

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA

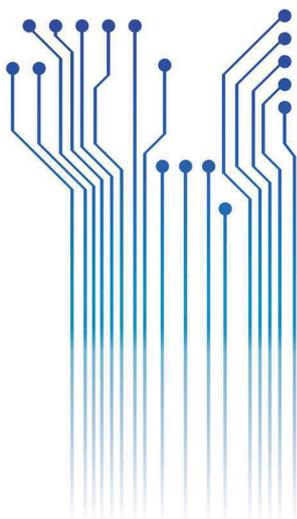


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA

Relatório de Estágio de Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.

Campina Grande, 2018

LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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: Eletrotécnica

Aprovado em 08 / 08 / 18

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, me dando todo o suporte necessário para a realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me iluminado e por ter me dado forças para seguir em frente durante todos esses anos de curso.

Agradeço a toda minha família, em especial ao meus pais Augusto e Helena e minha irmã Vitória, por todo o apoio e esforço feito para garantir meu bem-estar durante todo o tempo de graduação em que eu estive longe de casa, sem eles nada disso seria possível.

Agradeço imensamente ao meu tio Paulo e sua esposa Jeane pelo apoio, suporte e acolhimento durante esses anos, com certeza foram essenciais em minha formação.

Agradeço ao meu professor e orientador, Célio Anésio, pela confiança e disponibilidade para trabalharmos juntos.

Agradeço também ao meu amigo e colega de estágio Luiz Fernando, ao meu supervisor Coronel Paulo Almeida da Silva Martins e a todos os demais representantes da PMPB que colaboraram para realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para este feito.

RESUMO

Neste relatório apresentam-se as atividades realizadas durante o estágio supervisionado na edificação pertencente a Polícia Militar da Paraíba em que se encontra o Comando de Policiamento Regional I (CPR-I), Centro Integrado de Operações (CIOP) e o 10º Batalhão de Polícia Militar (10º BPM). As atividades foram realizadas durante 3 meses, com carga horária de 372 horas. Foram desenvolvidos projetos de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e Cabeamento Estruturado, além de vistorias técnicas nas instalações da edificação. Para elaboração dos projetos, foi utilizado o software AutoCAD. O SPDA foi elaborado visando a proteção de toda a instalação da edificação, assim como todas as pessoas que ali trabalham. O cabeamento estruturado foi projetado com o intuito de melhorar toda a rede de comunicação da edificação, assim como tentar estabilizar o sistema de transferência de dados ali presente. Para os projetos realizados durante o estágio, foram elaborados seus respectivos orçamentos a partir do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Palavras-chave: Polícia Militar da Paraíba, Projetos, SPDA, Cabeamento Estruturado, AutoCAD, SINAPI.

ABSTRACT

This report is presented as activities during the supervised training in the construction of the Paraíba Military Police where the Regional Police Command I (CPR-I), Integrated Operations Center (CIOP) and the 10th Military Police Battalion (10th BPM). The companies were held for 3 months, with a workload of 372 hours. Systems of Protection against Air Discharge (SPDA) and Structured Cabling were inserted, in addition to having new facilities in the buildings. For the execution of the projects, AutoCAD software was used. The SPDA is designed to protect the installation of the entire building, as well as all the people who work. Structured cabling was designed with the aim of improving the communication network of the building as well as the establishment of a data transfer system. The projects were reached during the internship, were elaborated with their budgets from the National System of Research of Costs and Indices of the Civil Construction (SINAPI).

Keywords: Military Police of Paraíba, Projects, SPDA, Structured Cabling, AutoCAD, SINAPI.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista externa da sede do CPR-1, CIOP e 10ºBPM..	18
Figura 2 – Entrada de Energia Do 4º BPM	24
Figura 3 – Planta Baixa com Projeto Elétrico do CPR-1	6
Figura 4 – Página 258 da tabela de custos do SINAPI.....	7
Figura 5 – Composição de itens - Catálogo de Composição SINAPI.....	7
Figura 6 – Disjuntor trifásico termomagnético 90A de entrada do CPR-1	9
Figura 7 – Compartilhamento do condutor neutro (6 mm ²) para dois circuitos diferentes (2,5 mm ²).....	30
Figura 8 – Entrelaçamento de cabos inapropriado e caixa danificada pelo princípio de incêndio.	30
Figura 9 – Cobertura da edificação do CPR-1.....	32
Figura 10 – Tipos de perdas e riscos correspondentes que resultam de diferentes tipos de danos.....	34
Figura 11 – Laço em condutor de descida do SPDA projetado	43
Figura 12 – Anel geométrico formado ao redor da edificação pelas hastes de aterramento.	43
Figura 13 – Detalhe do DPS especificado no projeto.....	45
Figura 14 – Apresentação dos Projetos.	47
Figura C.1 – Disjuntor trifásico termomagnético 90A de entrada do CPR-1..	57
Figura C.2 – Compartilhamento do condutor neutro (6 mm ²) para dois circuitos diferentes (2,5 mm ²)..	58
Figura C.3 – Entrelaçamento de cabos e ambiente impróprio para emendas.....	59
Figura C.4 – Resultado do princípio de incêndio gerado pela sobrecarga..	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sugestão de divisão de circuitos das salas afetadas.....	31
Tabela C.1– Sugestão de divisão dos circuitos.....	60
Tabela E.1– Enquadramento da Norma.....	64
Tabela E.2– R1: Risco de perda de vida humana.....	64
Tabela E.3– R2: Risco de perda ao serviço publico	65
Tabela E.4– Edificação: Características da Estrutura.....	65
Tabela E.5– Edificação: Linha de Energia.	66
Tabela E.6– Distribuição de pessoas na edificação.....	66
Tabela E.7– Fatores válidos para a edificação.	67
Tabela E.8– Áreas de exposição.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores típicos de risco tolerável R_T	36
Quadro 2 – Componentes de risco a serem consideradas para cada tipo de perda em uma estrutura.....	36
Quadro 3 – Componentes de risco para diferentes tipos e fontes de danos.....	37
Quadro 4 – Tabela com parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.....	40
Quadro 6 – Tabela de relação entre níveis e classes de proteção.....	41
Quadro 7 – Valores máximos dos raios da esfera rolante e tamanho da malha correspondentes a classe do SPDA.....	42
Quadro 8 – Tabela de valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA.....	43
Quadro E.1 – Lista e quantidade de materiais do projeto.....	69

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1 – PRANCHA A3 01_03 SPDA.....	63
Prancha 2 – PRANCHA A3 01_03 SPDA.....	63
Prancha 3 – PRANCHA A3 01_03 SPDA.....	63
Prancha 4 – PRANCHA A3 01_01 - Projeto Elétrico.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4° BPM	4° Batalhão da Polícia Militar
10° BPM	10° Batalhão da Polícia Militar
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas indiretas
CIOP	Centro Integrado de Operações
CPR-1	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
IBGE	Comando de Policiamento Regional
kW	quilowatt
TEM	Ministério do Trabalho e Emprego
NP	Nível de Proteção
NR	Norma Regulamentadora
PMPB	Polícia Militar da Paraíba
Rt	Risco Tolerável
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
Hz	Hertz

SUMÁRIO

1	Introdução.....	16
1.1	Objetivo	16
1.2	Estrutura do Relatório	17
2	Sobre a Instituição	18
2.1	Histórico.....	18
2.2	Estrutura e Localização do Local de Estágio	19
3	Embasamento Teórico	20
3.1	Sistema de proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	20
3.2	Sinapi	21
3.3	Laudos Técnicos	21
3.4	Normas Regulamentadoras	22
3.4.1	NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão	22
3.4.2	NBR 5419 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas	22
3.4.3	NR-10 – Segurança Em instalações e Serviços em Eletricidade	22
3.5	Ferramentas Computacionais	22
3.5.1	AutoCAD.....	23
3.5.2	Microsoft Office	23
4	Atividades Desenvolvidas	24
4.1	Inspeção e Estimativa de Carga (4º BPM).....	24
4.2	Contabilização de Materiais e Elaboração de orçamentos	26
4.3	Vistoria Técnica.....	29
4.4	Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	33
4.4.1	Fonte e Tipo de Dano a Estrutura	34
4.4.2	Tipos de Perdas e Riscos	34
4.4.4.1	Risco Tolerável Rt.....	36
4.4.4.2	Componentes de Risco	36
4.4.3	Método de Proteção	39
4.4.4	Níveis e Classe de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (NP).....	39
4.4.5	Subsistema de Captação	41
4.4.5.1	Construção.....	42
4.4.5.2	Componente Natural.....	42
4.4.6	Subsistema de Descida	43
4.4.7	Subsistema de Aterramento	44
4.4.8	Equipotencialização.....	45
4.4.9	Considerações.....	46

4.5	Apresentação dos Projetos	48
4.6	Sugestão de Trabalhos Futuros	49
5	Conclusão	50
	Referências	51
	APÊNDICES	52
	APÊNDICE A – Estimativa de Carga (Guarabira).....	53
	APÊNDICE B – Orçamento Projeto Elétrico.....	56
	APÊNDICE C – Laudo Técnico.....	57
	APÊNDICE D – Detalhes SPDA	63
	APÊNDICE E – Memorial Descritivo: SPDA	64
	APÊNDICE F – Orçamento SPDA	74
	ANEXO A – Prancha Projeto Elétrico	74

1 INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) prepara o aluno para que ele fique pronto para ingressar no mercado de trabalho ao final da graduação. Para isso, na grade curricular o estágio obrigatório é, além de parte integrante, um fator determinante para a preparação do aluno, buscando conciliar os conhecimentos teóricos e práticos.

Este relatório tem como objetivo apresentar a experiência de estágio supervisionado do estudante Luiz Augusto Silva Moura, realizado na Polícia Militar da Paraíba, sob supervisão do Coronel Paulo Almeida da Silva Martins e, na UFCG, como orientador, o professor Célio Anésio da Silva.

O referido estágio teve início no dia sete de maio de dois mil e dezoito e encerrou no dia primeiro de agosto de dois mil e dezoito totalizando 372 horas, como requerido nos termos desta instituição.

Dentre as atividades realizadas pelos estagiários, podem-se destacar:

- Projeto de Sistema de Proteção Contra de Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Projeto de Cabeamento Estruturado;
- Elaboração de Orçamentos para os projetos;
- Vistorias Técnicas e elaboração de Laudos Técnicos.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desse relatório é detalhar e listar as atividades realizadas durante o estágio supervisionado, apresentando métodos, cálculos e referências utilizadas para realizar os projetos, garantindo que estejam dentro de suas normas regulamentadoras.

1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O Capítulo 1 é introdutório, apresentando os objetivos e duração do estágio supervisionado e definição das atividades realizadas.

No Capítulo 2 apresenta-se um breve histórico sobre a instituição concedente do estágio, abordando sua importância para o estado da Paraíba e, também, apresenta algumas informações sobre a edificação em que foram realizados os trabalhos.

No Capítulo 3 apresenta-se o embasamento teórico utilizado para a realização das atividades durante o tempo de estágio.

No Capítulo 4 apresenta-se um detalhamento de todas atividades desenvolvidas pelo estagiário, dificuldades enfrentadas, assim como sugestões de trabalho para futuros estagiários.

No Capítulo 5, conclusivo, aborda-se as experiências de trabalho e conhecimentos adquiridos durante as atividades desenvolvidas durante o estágio.

2 SOBRE A INSTITUIÇÃO

A Polícia Militar do estado da Paraíba é uma das 27 forças de segurança pública do país, que têm por função a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública, por meio do policiamento ostensivo, no âmbito do estado. Subordina-se administrativamente ao governador do estado e é, força auxiliar e reserva do Exército Brasileiro, e integra o sistema de segurança pública e defesa social do Brasil, ficando subordinada às Secretarias de Estado da Segurança em nível operacional.

Seus integrantes são denominados militares estaduais, sendo, dessa forma subordinados, quando em serviço, à Justiça Militar estadual.

2.1 HISTÓRICO

Criada ainda no tempo do Império, a Polícia Militar é, atualmente, o mais antigo órgão público em atividade no Estado da Paraíba. Com a missão constitucional de realizar o policiamento ostensivo e preventivo, e de manter a ordem pública, a PM se firma como um dos principais órgãos de segurança pública da Paraíba (PMPB, 2018).

A história da PM começa dia 3 de fevereiro de 1832, quando a corporação criou o Corpo de Guardas Municipais Permanentes da Paraíba, atuando na então cidade da Parahyba (atual João Pessoa). Sob o Comando de Francisco Xavier de Albuquerque, que foi nomeado Capitão pelo Presidente da Província, e com um efetivo de 50 homens, sendo 15 a cavalo e 35 a pé, a nova organização foi efetivamente posta em funcionamento no dia 23 de outubro de 1832 (PMPB, 2018).

Hoje, a Polícia Militar procura, através das diversas modalidades de policiamento que executa e por outras formas de prestação de serviço, continuar sua gloriosa marcha histórica, na permanente busca de servir bem a sociedade. Conta com mais de nove mil integrantes, homens e mulheres, que atuam na corporação dentro de todo o estado, divididos em vários Batalhões, Companhias Independentes e Especializadas e unidades administrativas.

2.2 ESTRUTURA E LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

O estágio foi realizado nas instalações do CPR-1, CIOP e 10º BPM, localizada no centro de Campina Grande, mais precisamente entre as ruas Janúncio de Oliveira e Ver. Artur Vilarim. Todas funcionam numa mesma edificação e, juntas compõem um núcleo estratégico da PMPB.

Para todas as atividades realizadas, sempre havia membros da corporação para que acompanhassem os estagiários, dando todo o suporte necessário para que os mesmos pudessem desenvolver suas atividades e trabalhar em segurança. As atividades de medições, levantamentos e vistorias puderam ser realizadas tranquilamente. Entretanto, para a parte projetual, as atividades não puderam ser realizadas na corporação, visto que a sala que seria disponibilizada para os estagiários estava passando por uma reforma.

Toda a estrutura da edificação possui uma área total de 3.667,14 m², sendo 1.130,50 m² de área construída, composta pela edificação, garagens e anexos. A edificação apresenta dois pavimentos, térreo (onde se encontra o 10º BPM) e pavimento 1 (onde se encontra as instalações do CPR-I e CIOP).

Figura 1 – Vista externa da sede do CPR-1, CIOP e 10ºBPM.



Fonte: Autor.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

Conceitos teóricos que foram utilizados para realização dos projetos desenvolvidos pelo estagiário serão abordados neste capítulo. Será apresentado informações a respeito de proteção contra descargas atmosféricas, instalações elétricas de baixa tensão, informações orçamentarias utilizando o SINAPI, os *softwares* utilizados para desenvolvimento e, também, descrição de laudos técnicos.

Os projetos foram elaborados seguindo as normas desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) tem como objetivo a proteção de uma estrutura contra a incidência, direta ou nas regiões ao redor, de descargas atmosféricas. Seu funcionamento consiste em captar a corrente elétrica proveniente da descarga atmosférica e conduzi-la ao solo de maneira eficiente, minimizando os efeitos destrutivos decorrentes da incidência direta sobre as edificações, diminuindo o risco de incêndios, danos às estruturas ou acidentes com pessoas que nelas se encontrem. No Brasil é normatizado pela NBR-5419 da ABNT. (NBR5419/2015)

Um SPDA consiste num sistema interno e externo de proteção contra descargas atmosféricas.

O SPDA externo tem a função de:

- i. Interceptar uma descarga atmosférica para a estrutura (com o subsistema de captação);
- ii. Conduzir a corrente de descarga atmosférica seguramente para a terra (com um subsistema de descida);
- iii. Dispersar esta corrente na terra (com o subsistema de aterramento).

A função do SPDA interno é evitar centelhamento perigoso na estrutura, utilizado a ligação equipotencial ou a distância de segurança (e, conseqüentemente, isolamento elétrica), entre os componentes do SPDA e os outros elementos condutores internos à estrutura.

3.2 SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é indicado pelo Decreto 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração de orçamentos de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo, e pela Lei 13.303/2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

A gestão do SINAPI é compartilhada entre Caixa Econômica Federal e IBGE. A Caixa é responsável pela base técnica de engenharia (especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência) e pelo processamento de dados, e o IBGE, pela pesquisa mensal de preço, tratamento dos dados e formação dos índices (CAIXA, 2018).

3.3 LAUDOS TÉCNICOS

Por meio de uma vistoria no local a ser analisado, deve-se registrar todos os pontos envoltentes no local – utilizando de anotações, fotos, entre outras informações adicionais – para que então possa ser elaborado um laudo registrando o ocorrido.

No laudo deve constar o objetivo da vistoria feita, assim como a finalidade do laudo que está a ser feito. Seguido da objetividade, o laudo deve apresentar detalhadamente uma descrição de tudo o que foi vistoriado, apontando todos os erros detectados e analisando o porquê de estarem errados.

Após a descrição, o contratado deve apresentar sugestões para correção de todos os erros apontados e apresentar o embasamento (normas regulamentadoras) para as correções sugeridas.

3.4 NORMAS REGULAMENTADORAS

3.4.1 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A NBR-5410 é a norma que estipula condições adequadas para o funcionamento usual e seguro das instalações elétricas em baixa tensão, ou seja, até 1000 volts em tensão alternada (frequência inferior a 400 Hz) e 1500 volts em tensão contínua. A norma é comumente aplicada em instalações residências, prediais, comerciais, entre outras.

Cumprir a norma garante a segurança de pessoas e animais que habitam a estrutura, o funcionamento adequado da instalação e a conservação de eletroeletrônicos instalados no ambiente.

3.4.2 NBR 5419 – PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A norma NBR 5419 apresenta os requisitos para determinação de proteção contra descargas atmosféricas. A partir de dados e informações pertencentes a estrutura – como localização geográfica, altura da edificação, tipo de utilização da estrutura, entre outras – pode-se calcular e determinar, caso precise, o tipo de proteção adequada para a estrutura.

A norma, conjuntamente com a NR 10, garante a proteção das instalações elétricas do ambiente, assim como das pessoas que as utilizam. (NBR5419/2015)

3.4.3 NR-10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

A NR-10 é a Norma Regulamentadora emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) do Brasil que tem por objetivo garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem com instalações e serviços em eletricidade, estabelecendo os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos.

3.5 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

Para o desenvolvimento das atividades ao longo do estágio foram utilizados basicamente o *software* AutoCad e as ferramentas do pacote Microsoft Office.

3.5.1 AUTOCAD

AutoCAD é um software do tipo CAD — *Computer Aided Design* ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela empresa Autodesk. O CAD é utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico (modelos em 2D e 3D). É amplamente utilizado em arquitetura, *design* de interiores, engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia geográfica, engenharia elétrica e em vários outros ramos da indústria.

3.5.2 MICROSOFT OFFICE

O Microsoft Office é uma junção de aplicativos para escritório que contém programas como: processador de texto, planilha de cálculo, banco de dados, apresentação gráfica, cliente de e-mails, entre outros.

Dentre as ferramentas oferecidas pelo pacote, pode-se destacar a utilização do Microsoft Word, Microsoft PowerPoint e Microsoft Excel.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Para as atividades desenvolvidas, destacam-se os pontos:

- Inicialmente, os estagiários foram chamados para a realização de um projeto de reforma e ampliação na unidade do 4º Batalhão da Polícia Militar (4º BPM), localizado na cidade de Guarabira, próximo a Campina Grande. O projeto almejava uma reforma do complexo esportivo e a construção de uma biblioteca, visando aplicação em ações sociais para crianças carentes. Algumas atividades de levantamento e vistorias chegaram a ser realizadas nas primeiras semanas do estágio supervisionado;
- Com o não andamento da obra na cidade da Guarabira, foi solicitado aos estagiários que dessem continuidade as atividades realizadas pelos últimos estagiários na unidade do 10º Batalhão da Polícia Militar (10º BPM), localizado na cidade de campina grande;
- Todas as atividades de inspeção, vistoria, levantamentos, desenvolvimento de projetos, entre outras, foram realizadas em equipe juntamente com o estagiário e colega de curso Luiz Fernando de Melo Silva;

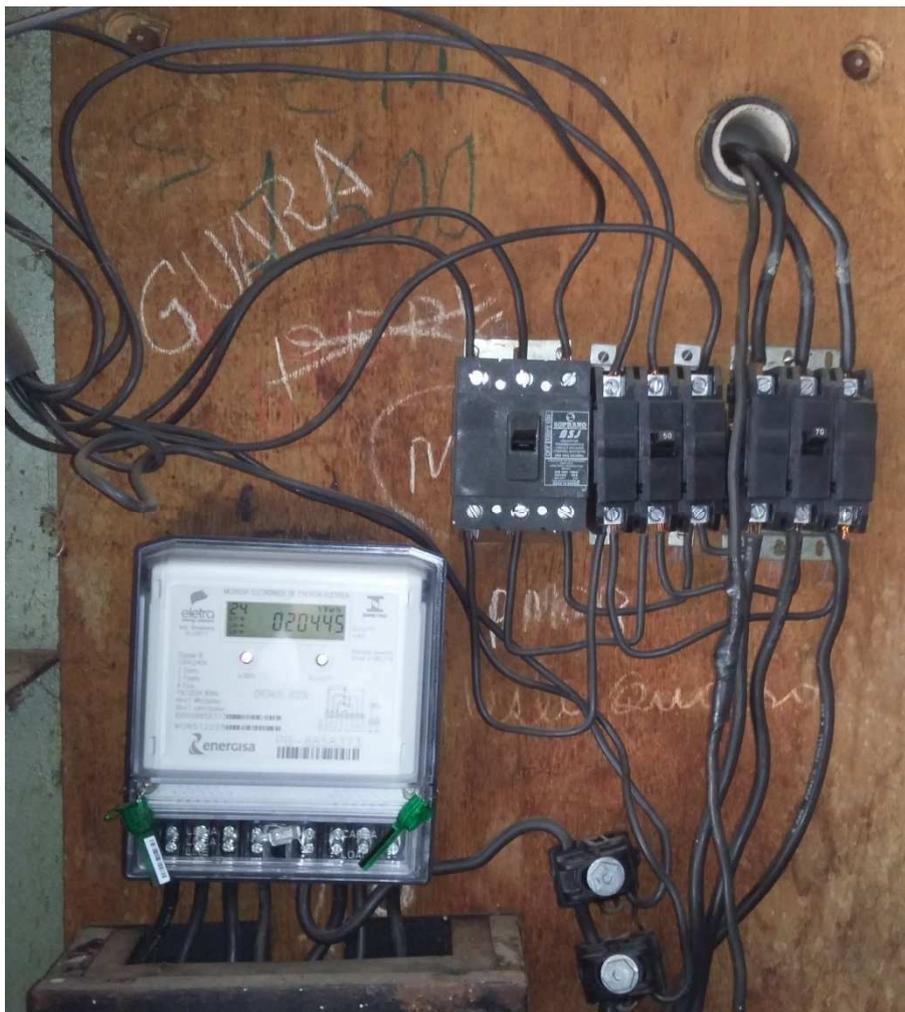
4.1 INSPEÇÃO E ESTIMATIVA DE CARGA (4º BPM)

Dando início as atividades nas primeiras semanas, os estagiários foram ao 4º BPM realizar um reconhecimento do local e um levantamento de toda a carga instalada no batalhão.

Durante o levantamento, foram verificadas algumas inconsistências existentes nos componentes de instalações elétricas, assim como diversos componentes mal acomodados e/ou pontos sobrecarregados ao longo de todo o sistema.

Na figura 2 podem ser vistas os cabos entrelaçados e caixa de proteção deteriorada na entrada de energia.

Figura 2 – Entrada de Energia Do 4º BPM



Fonte: Autor.

Mesmo com inúmeras salas e suas subdivisões, dentro do 4º BPM, em 2 visitas foi possível fazer o levantamento de todo o batalhão, tendo uma estimativa de toda a carga ali instalada. Foi obtido o valor de demanda Total em torno de 86,67 kW, já aplicado os devidos fatores de demanda. Para a demanda Prevista, foi aplicado um fator de utilização de 0,7, totalizando um valor em torno de 60,67 kW.

Foi constatado que o batalhão era suprido por 2 transformadores. A partir da localização desses transformadores, por meio da Energisa, foi levantado que cada um possuía uma potência de 75 kVA, totalizando um total de 150 kVA para o batalhão. Com isso, foi detectado que existia um sobcarregamento no suprimento do batalhão e que poderia receber as futuras reformas e ampliações programadas.

Todo o levantamento de carga realizado do batalhão de Guarabira se encontra detalhado no Apêndice A deste relatório.

4.2 CONTABILIZAÇÃO DE MATERIAIS E ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS

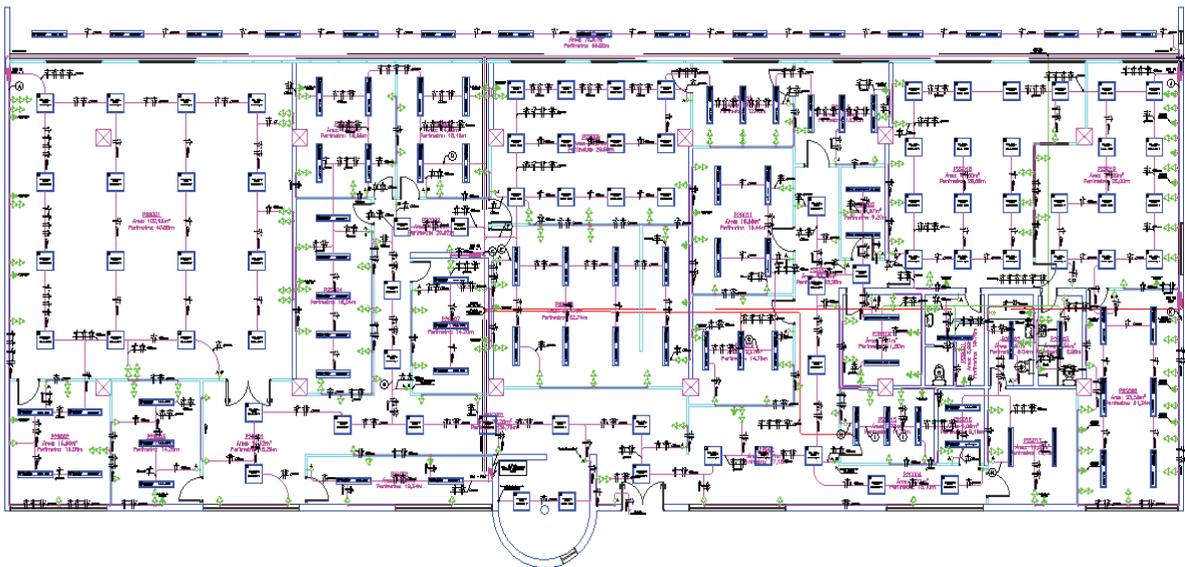
Dando continuidade as atividades, agora no 10º BPM, foi orientado aos atuais estagiários que elaborassem o orçamento do projeto desenvolvido pelos últimos estagiários. Toda a documentação do trabalho realizado por eles – relatórios, arquivo das pranchas do projeto (.pdf e .dwg) – foram fornecidos para facilitar os trabalhos futuros a serem realizados.

A primeira ação tomada foi uma vistoria da instalação elétrica no pavimento em que se encontra o CPR-1 e o CIOP. Essa vistoria teve a finalidade de verificar o que poderia ser aproveitado e/ou reutilizado na reforma do pavimento. Algumas das salas tinham sido reformadas há pouco tempo, como a sala de reunião e um dos banheiros, assim sendo excluídas da contagem do material.

Em seguida, a partir da prancha com a planta baixa do CPR-1 que possuía todo o projeto elétrico desenvolvido, foi feita a contagem de todo o material a ser utilizado na reforma do pavimento. Contando assim todos os pontos de tomadas, pontos de interruptores, quantidade e tipo de eletrodutos para diferentes diâmetros, assim como a quantidade e tipo de cabos utilizados, todos os pontos de iluminação para suas respectivas luminárias, entre outros materiais presentes no projeto.

Na figura 3 é apresentado o projeto de planta baixa executado pelos últimos estagiários do CPR-1. Os detalhes do projeto elétrico se encontram no Anexo A deste relatório.

Figura 3 – Planta Baixa com Projeto Elétrico do CPR-1.



Fonte: Autor

Após a contagem, foi dado início a elaboração do orçamento do projeto elétrico a partir do SINAPI da Caixa Econômica Federal.

O primeiro passo foi aprender exatamente como funciona o SINAPI. O Sistema possui uma tabela que apresenta o preço individual de cada insumo e outra com preço de custo já considerando todo o material a ser utilizado (podendo estar incluso ou não o valor da instalação do insumo). Juntamente com essas tabelas, há um catálogo de COMPOSIÇÃO em que detalha o preço de cada material e mão de obra a ser considerado para o preço final do custo. Para cada conjunto de tabelas e planilhas, a Caixa Econômica Federal as fornece com valores desonerados e não desonerados. Por recomendação da própria corporação, os orçamentos foram elaborados considerando os valores não desonerados.

Com a tabela de custo, foi escolhido os itens que estavam presentes na contagem dos materiais do projeto.

Figura 4 – Página 258 da tabela de custos do SINAPI.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
91997	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLA	UN	CR	18,78
	CA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
91998	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	CR	11,01
	- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
91999	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA	UN	CR	12,31
	- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92000	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLA	UN	CR	15,51
	CA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92001	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLA	UN	CR	16,81
	CA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92002	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLAC	UN	CR	24,32
	A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92003	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, SEM SUPORTE E SEM PLAC	UN	CR	26,92
	A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92004	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PL	UN	CR	28,82
	ACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92005	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PL	UN	CR	31,42
	ACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92006	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLAC	UN	CR	20,38
	A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92007	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, SEM SUPORTE E SEM PLAC	UN	CR	22,98
	A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92008	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PL	UN	CR	24,88
	ACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			
92009	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PL	UN	CR	27,48
	ACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015			

Fonte: (Caixa, 2018)

Escolhido o item, deve-se verificar se sua composição está de acordo com o que se deseja executar na obra.

Figura 5 – Composição de itens - Catálogo de Composição SINAPI.

INEL	92003	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	
INSUMO	38102	TOMADA 2P+T 20A, 250V (APENAS MÓDULO)	UN	2,0000000
COMPOSICAO	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5550000
COMPOSICAO	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5550000
INEL	92004	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	
COMPOSICAO	91946	SUPORTE PARAFUSADO COM PLACA DE ENCAIXE 4" X 2" MÉDIO (1,30 M DO PISO) PARA PONTO ELÉTRICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	1,0000000
COMPOSICAO	92002	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	1,0000000

Fonte: (Caixa, 2018)

Quando a composição do item não estava de acordo com o desejado, o SINAPI permite que se elabore seu próprio valor final de custo para o item, adicionando e/ou excluindo partes de sua composição.

Encontrado os itens presentes na relação de materiais do projeto, todo o orçamento pôde ser montado. Entretanto, o custo apresentando com o orçamento montado ainda não representa o seu valor final, representa apenas seu valor de custo de obra. Então, teve de ser considerado ainda os valores de custo indireto, também conhecido como BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), representados por custos administrativos, energia de

obra, impostos de faturamento, entre outros. Para orçar este projeto, foi considerado um BDI de 25% sobre o valor de custo de obra.

Todo o projeto elétrico orçado foi estimado em cerca de R\$ 25.504,18.

Toda a lista de materiais e seus respectivos preços, assim como o valor final da obra, se encontra no Apêndice B deste documento.

4.3 VISTORIA TÉCNICA

No decorrer do estágio, dia 18 de junho, ocorreu um princípio de incêndio numa caixa de passagem que se encontra em umas das salas do CPR-1. O superaquecimento fez com que derretesse a proteção de alguns cabos ali presentes e posteriormente causou o rompimento dos mesmos. Após romper, foi constatado que o fornecimento de energia elétrica em algumas salas havia sido interrompido.

Foi solicitado aos estagiários que fizessem uma vistoria no local do ocorrido e que posteriormente elaborassem um laudo técnico apontando as possíveis causas do princípio de incêndio.

Para análise da sobrecarga ocorrida na caixa de passagem, foi realizado um levantamento de carga do circuito em questão. Constatou-se que os condutores que alimentavam a sala estavam ligados diretamente a um dos barramentos alimentado por um disjuntor trifásico com corrente nominal de 90 A.

Na figura 6 é apresentado o disjuntor de entrada de energia do CPR-1.

Figura 6 – Disjuntor trifásico termomagnético 90A de entrada do CPR-1.



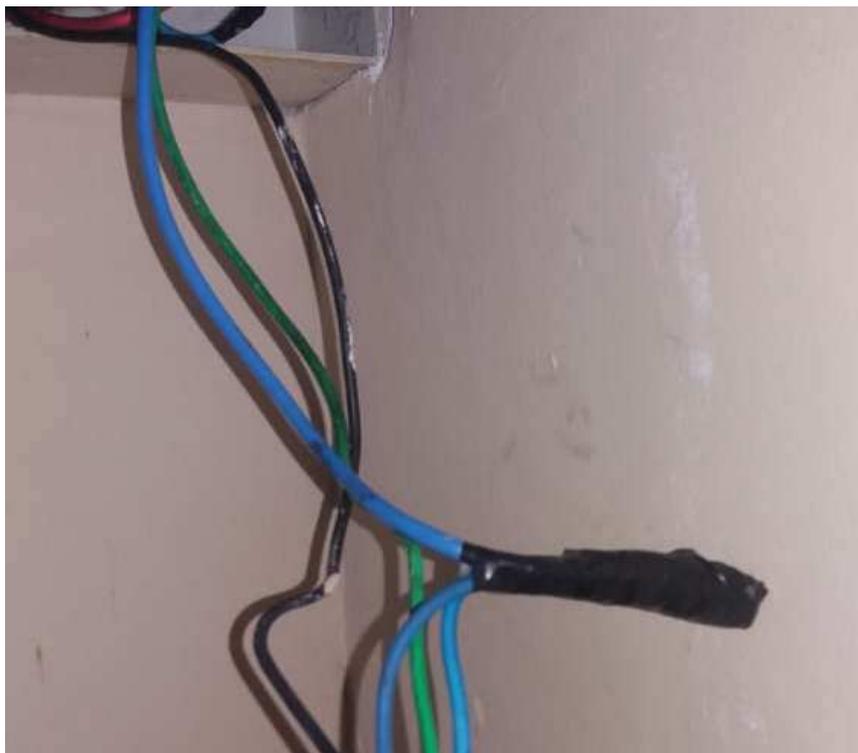
Fonte: Autor.

Estando conectados diretamente no barramento, os cabos de 2,5 mm² de diâmetro não possuíam um disjuntor individual de proteção, logo, não havendo nenhum tipo de proteção para a sobrecarga ocorrida.

Quando a vistoria foi solicitada aos estagiários, alguns cabos já haviam sido trocados provisoriamente para reestabelecer o fornecimento de energia às salas afetadas. Apesar da troca, o cabeamento ainda estava em desconformidade com as normas técnicas, ainda necessitando de reparo e adequação da instalação elétrica afetada.

As figuras 7 e 8 apresentam algumas desconformidades vistoriadas nas instalações afetadas.

Figura 7 – Compartilhamento do condutor neutro (6 mm²) para dois circuitos diferentes (2,5 mm²).



Fonte: Autor.

Dentre as inconformidades encontradas na vistoria, pôde-se destacar a caixa danificada do princípio de incêndio, cabos de neutro sendo compartilhados por circuitos diferentes e vários cabos entrelaçados dentro e fora da caixa de passagem.

Figura 8 – Entrelaçamento de cabos inapropriado e caixa danificada pelo princípio de incêndio.



Fonte: Autor.

Após toda a vistoria realizada e todas as detecções de erros apontadas e registradas, o laudo técnico foi elaborado e entregue a corporação, para que os devidos erros fossem reparados.

No laudo técnico elaborado, foi sugerido as seguintes correções:

- i. Substituir a caixa de passagem incendiada;
- ii. Redistribuir os circuitos e separar os cabos nas caixas de passagem, o que facilita manutenção e manobra;
- iii. Redimensionar os circuitos para receber cabeamento compatível com a necessidade da instalação;
- iv. Extinguir por completo o compartilhamento entre condutores neutro de circuitos diferentes;
- v. Revisão e provável redimensionamento dos disjuntores termomagnéticos conectados ao cabeamento;
- vi. Separação de circuitos de alta potência (ar-condicionado) dos demais circuitos de tomada de uso geral e iluminação;
- vii. Dutos, calhas ou canaletas para todo cabeamento aparente da sala; Revisão e adequação (se necessária) de todo o sistema de instalações elétricas de baixa tensão das salas, incluindo cabos, eletrodutos, equipamentos de proteção, tomadas, interruptores e caixas de passagem abertas (sem espelho);
- viii. Divisão dos circuitos das salas na tabela 1

Tabela 1 – Sugestão de divisão de circuitos das salas afetadas.

Circuito	Descrição	Cabo (mm²)	Disjuntor (A)
Circuito 1	Iluminação das duas salas	1,5	16
Circuito 2	Tomadas de uso geral das duas salas	2,5	20
Circuito 3	Tomada de uso específico [ar-condicionado sala 1]	2,5	20
Circuito 4	Tomada de uso específico [ar-condicionado sala 2]	2,5	20

Fonte: Autor.

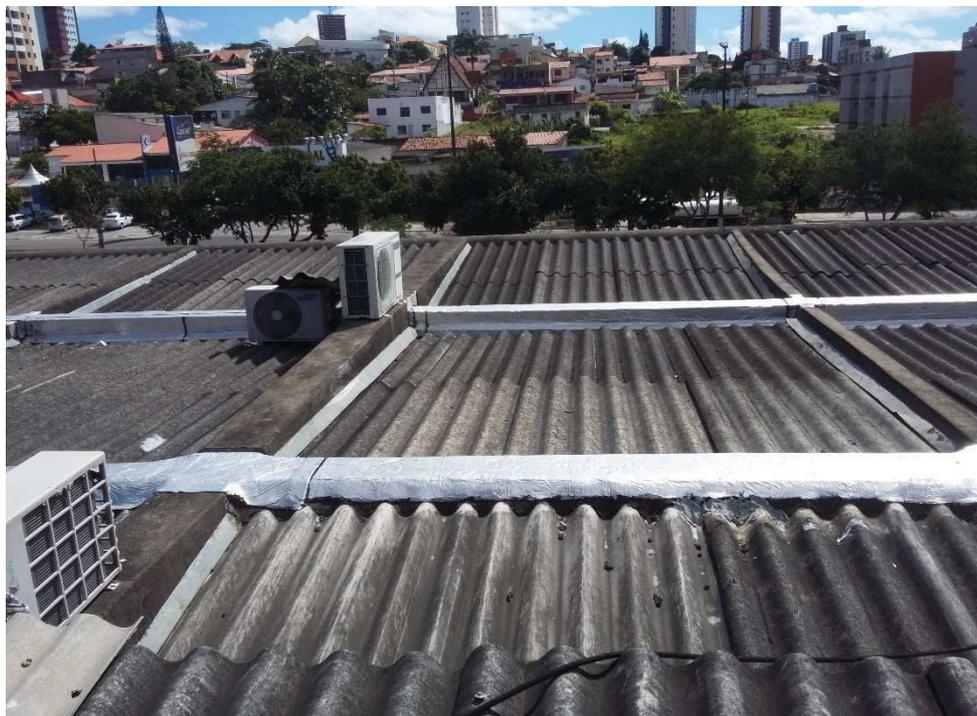
O laudo técnico completo elaborado pelos estagiários se encontra no Apêndice C deste documento.

4.4 PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

O anteprojeto foi elaborado a partir de verificações e cálculos do enquadramento aos critérios de risco da edificação a partir de parâmetros fornecidos pela NBR-5419 e pelas características e localização geográfica da edificação. Após definido a necessidade do SPDA, foi dado início ao desenvolvimento do projeto de proteção.

Para o desenvolvimento do projeto do SPDA, o professor orientador recomendou que se elaborasse a planta de cobertura da edificação da corporação, visto que todo o sistema de captação é executado a partir da sua cobertura. Os estagiários então realizaram medições e registros fotográficos na cobertura da corporação para o andamento do projeto. Na figura 9 é apresentada uma fotografia da cobertura do CPR-1, registrada pelos estagiários.

Figura 9 – Cobertura da edificação do CPR-1.



Fonte: Autor.

4.4.1 FONTE E TIPO DE DANO A ESTRUTURA

A corrente de descarga atmosférica pode causar danos. As seguintes situações são levadas em consideração em função da posição do ponto de impacto relativo a estrutura considerada:

- i. *S1*: descargas atmosféricas na estrutura;
- ii. *S2*: descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- iii. *S3*: descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura;
- iv. *S4*: descargas atmosféricas próximas as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

E os seguintes tipos de danos são considerados:

- i. *D1*: danos às pessoas devido a choque elétrico;
- ii. *D2*: danos físicos devido ao efeito das correntes das descargas atmosféricas, inclusive centelhamento;
- iii. *D3*: falhas nos serviços internos devido a pulsos eletromagnéticos vindo das descargas atmosféricas.

4.4.2 TIPOS DE PERDAS E RISCOS

Cada tipo de dano pode ocasionar diferentes perdas. A norma considera os seguintes tipos de perdas que podem resultar nos seguintes danos:

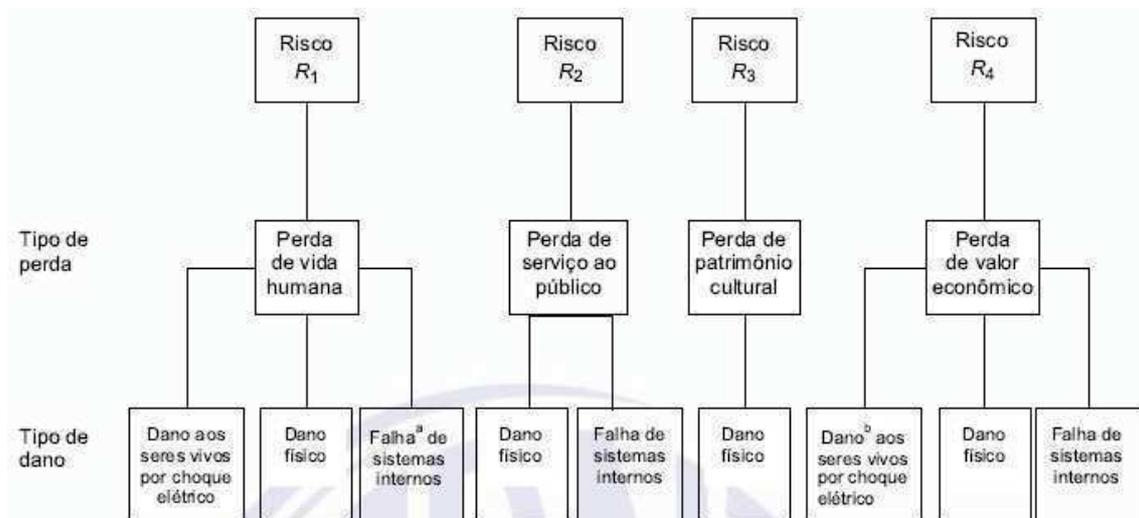
- i. *L1*: perda de vida humana (incluindo-se danos permanentes);
- ii. *L2*: perda de serviço ao público;
- iii. *L3*: perda de patrimônio cultural;
- iv. *L4*: perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como a interrupção de atividades).

Correspondente a cada perda, existe um risco associado:

- i. R_1 : risco de perdas ou danos permanentes em vidas humanas;
- ii. R_2 : risco de perdas de serviço ao público;
- iii. R_3 : risco de perdas do patrimônio cultural;
- iv. R_4 : risco de perda de valores econômicos.

A proteção contra descargas atmosféricas será necessária se a soma dos riscos R for maior que o risco tolerado R_t (todos determinados para a edificação em questão). Para este projeto, foram consideradas perdas do tipo L_1 e L_2 que, respectivamente, geram os riscos R_1 e R_2 que foram calculados no memorial descritivo.

Figura 10 – Tipos de perdas e riscos correspondentes que resultam de diferentes tipos de danos.



Fonte: (NBR5419-1/2015)

4.4.4.1 RISCO TOLERÁVEL R_T

Os valores representativos de risco tolerável R_T , para fins comparativos, são apresentados no quadro 1 de acordo com os tipos de perda.

Quadro 1 – Valores típicos de risco tolerável R_T .

Tipo de perda		R_T (y^{-1})
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}

Fonte: (NBR5419-2/2015)

4.4.4.2 COMPONENTES DE RISCO

As componentes de risco são definidas de acordo com a posição do ponto de impacto da descarga atmosférica S_x , conseqüentemente gerando diferentes tipos de danos D_x .

Quadro 2 – Componentes de risco a serem consideradas para cada tipo de perda em uma estrutura.

Fonte de danos	Descarga atmosférica na estrutura S1			Descarga atmosférica perto da estrutura S2	Descarga atmosférica em uma linha conectada à estrutura S3			Descarga atmosférica perto de uma linha conectada à estrutura S4
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Componente de risco								
Risco para cada tipo de perda								
R_1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* b	*	*	*	* b	*	*	*

^a Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam colocar em perigo a vida humana.

^b Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

Fonte: (NBR5419-2/2015)

Como foram considerados os riscos R_1 e R_2 para este projeto, temos que o R de referência será:

$$R = R_1 + R_2$$

Logo,

$$R = R_{A1} + R_{B1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$$

Cada componente de risco (R_A a R_Z) pode ser expressa pela seguinte equação geral:

$$R_X = N_X * P_X * L_X$$

onde,

N_X é o número de eventos perigosos por ano;

P_X é a probabilidade de dano a estrutura;

L_X é a perda consequente.

Logo, a análise dos componentes de risco, de acordo com o quadro 3, será:

Quadro 3 – Componentes de risco para diferentes tipos e fontes de danos.

Danos	Fonte de danos			
	S1 Descarga atmosférica na estrutura	S2 Descarga atmosférica perto da estrutura	S3 Descarga atmosférica na linha conectada	S4 Descarga atmosférica perto da linha conectada
D1 Ferimentos a seres vivos devido a choque elétrico	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Danos físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Falha de sistemas eletroeletrônicos	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

Fonte: (NBR5419-2/2015)

O quadro 4 indica onde buscar os valores dos parâmetros, dentro da norma NBR5419-2/2015, para os cálculos.

Quadro 4 – Tabela com parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.

Símbolo	Denominação	Valor de acordo com a Seção
Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas		
N_D	— à estrutura	A.2
N_M	— perto da estrutura	A.3
N_L	— em uma linha conectada à estrutura	A.4
N_I	— perto de uma linha conectada à estrutura	A.5
N_{DJ}	— a uma estrutura adjacente (ver Figura A.5)	A.2
Probabilidade de uma descarga atmosférica na estrutura causar		
P_A	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	B.2
P_B	— danos físicos	B.3
P_C	— falha de sistemas internos	B.4
Probabilidade de uma descarga atmosférica perto da estrutura causar		
P_M	— falha de sistemas internos	B.5
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar		
P_U	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	B.6
P_V	— danos físicos	B.7
P_W	— falha de sistemas internos	B.8
Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma linha causar		
P_Z	— falha de sistemas internos	B.9
Perda devido a		
$L_A = L_U$	— ferimentos a seres vivos por choque elétrico	C.3
$L_B = L_V$	— danos físicos	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	— falha de sistemas internos	C.3, C.4, C.6

Fonte: (NBR5419-2/2015)

A partir dos cálculos efetuados no memorial descritivo, foi obtido que o valor R é maior que o valor de referência R_t , logo, a estrutura necessita de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

4.4.3 MÉTODO DE PROTEÇÃO

Existem várias formas de proteger uma estrutura. Na NBR-5419 estão previstos os métodos de proteção abaixo listados, em função da edificação a ser protegida.

- i. Gaiola de Faraday: consiste numa rede modular de condutores envolvendo todos os lados do volume a proteger (cobertura, fachadas), formando espécie de “gaiola”.
- ii. Modelo Eletrogeométrico: determina um volume de proteção a partir do desenvolvimento geométrico de uma esfera em torno de um captor (poste ou mastro). É baseado no mecanismo de formação das descargas atmosféricas.
- iii. Método Franklin: determina um ângulo de proteção em função da altura do captor. Vem sendo cada vez menos utilizado, sendo indicado o uso do método Eletrogeométrico.
- iv. Estrutural: utiliza condutor específico de aço galvanizado à fogo, o REBAR, embutido na estrutura e as ferragens do concreto armado como elemento de dissipação da descarga atmosférica

Como a cobertura da edificação da corporação é predominantemente horizontal, o método aplicado, sendo o mais indicado, foi o Gaiola de Faraday.

4.4.4 NÍVEIS E CLASSE DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (NP)

A norma considera 4 níveis de proteção contra descargas atmosféricas (I a IV). Para cada NP é fixado um conjunto de parâmetros máximos e mínimos de correntes das descargas atmosféricas.

Os valores máximos dos parâmetros das correntes das descargas atmosféricas correspondentes ao NP I não podem ser excedidos, com uma probabilidade de 99%, sendo assim o nível de proteção mais eficiente. Em relação ao nível I, os parâmetros são reduzidos a 75% para o nível II e 50% para o nível III e IV, sendo esses últimos os menos eficientes.

Assim, a partir dessas probabilidades de eficiência, os níveis de proteção são divididos da seguinte maneira para diferentes edificações:

Quadro 5 – Seleção do nível de proteção.

CLASSIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS - RESUMO	Nível 1	Estações de telecomunicações, usinas elétricas, edificações contendo explosivos, inflamáveis, indústrias químicas, nucleares, laboratórios bioquímicos, fábricas de munição e fogos de artifício, refinarias, etc.
	Nível 2	Escolas, teatros, edifícios comerciais, áreas esportivas, igrejas, bancos, museus, hospitais, prisões, casas de repouso, locais arqueológicos.
	Nível 3	Edifícios e casas residenciais, indústrias. Estabelecimentos agropecuários e fazendas com estrutura de madeira.
	Nível 4	Galpões com sucata ou de conteúdo desprezível. Estabelecimentos agropecuários e fazendas.

Fonte: (NBR5419-1/2015).

Associado a cada NP, existem as Classes de Proteção, também divididas em 4 tipos (I a IV).

Quadro 6 – Tabela de relação entre níveis e classes de proteção.

Nível de proteção	Classe de SPDA
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Fonte: (NBR5419-1/2015).

Com base na norma, é constatado que a edificação se enquadra no NP II, logo, a classe de proteção será II.

4.4.5 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

O sistema de captação apropriadamente instalado limita a probabilidade de penetração da corrente de descarga atmosférica na estrutura. A captação pode ser composta pela combinação dos seguintes elementos:

- Hastes (incluindo mastros);
- Condutores suspensos;
- Condutores em malha.

Os métodos aceitáveis na determinação do subsistema de captação incluem:

- i. Método do ângulo de proteção;
- ii. Método da esfera rolante;
- iii. Método das malhas.

Quadro 7 – Valores máximos dos raios da esfera rolante e tamanho da malha correspondentes a classe do SPDA

Método de Proteção		
Classe do SPDA	Raio de esfera rolante – R	Máximo afastamento dos condutores da malha
I	20	5 x 5
II	30	10 x 10
III	405	15 x 15
IV	60	20 x 20

Fonte: (NBR5419-3/2015)

O método das malhas foi escolhido de acordo com sua classe de SPDA definida para o projeto (II) e a geometria da estrutura.

Para o projeto em questão, utilizou-se hastes fixadas na alvenaria ao redor de toda a edificação e condutores em cobre nu para os espaçamentos no telhado. O correto posicionamento da captação aumenta o volume da proteção.

4.4.5.1 CONSTRUÇÃO

Como a cobertura não é constituída de material combustível, toda a captação pode ser posicionada na superfície de cobertura.

4.4.5.2 COMPONENTE NATURAL

Qualquer estrutura metálica, fixada na cobertura da estrutura, pode servir como elemento de captação das descargas atmosféricas. É chamado de captação natural, logo, a norma deixa claro que essas estruturas devem ser conectadas ao sistema de captação, elevando a segurança do sistema.

No memorial descritivo foi feita uma observação para que as antenas e exaustores dos condicionadores de ar presentes na cobertura da edificação fossem conectadas ao sistema de captação.

4.4.6 SUBSISTEMA DE DESCIDA

Com o propósito de reduzir a probabilidade de danos devido as correntes de descarga fluindo pelo SPDA, os condutores de descida devem ser arranjados a fim de proverem:

- i. Diversos caminhos paralelos a corrente elétrica;
- ii. O menor comprimento possível do caminho de corrente elétrica;
- iii. A equipotencialização com as partes condutoras da estrutura.

A distância entre os condutores de descida do projeto está de acordo com o que a norma propõe.

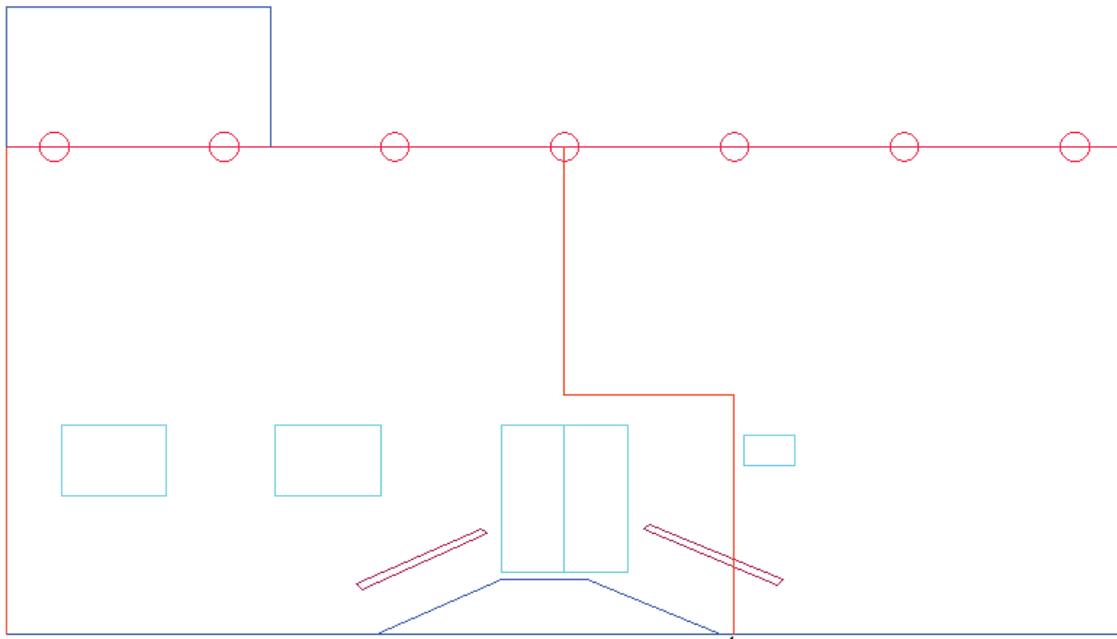
Quadro 8 – Tabela com valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA.

Classe do SPDA	Distâncias m
I	10
II	10
III	15
IV	20
NOTA É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.	

Fonte: (NBR5419-3)

Os condutores de descida devem ser instalados de forma exequível e que formem uma continuação direta dos condutores do subsistema de captação. Devem estar em linha reta e vertical constituindo o caminho mais curto e direto para a terra, evitando a formação de laços. Na figura 11 é apresentada uma das vistas laterais da edificação, destacando o laço no condutor de descida do projeto.

Figura 11 – Laço em condutor de descida do SPDA projetado.

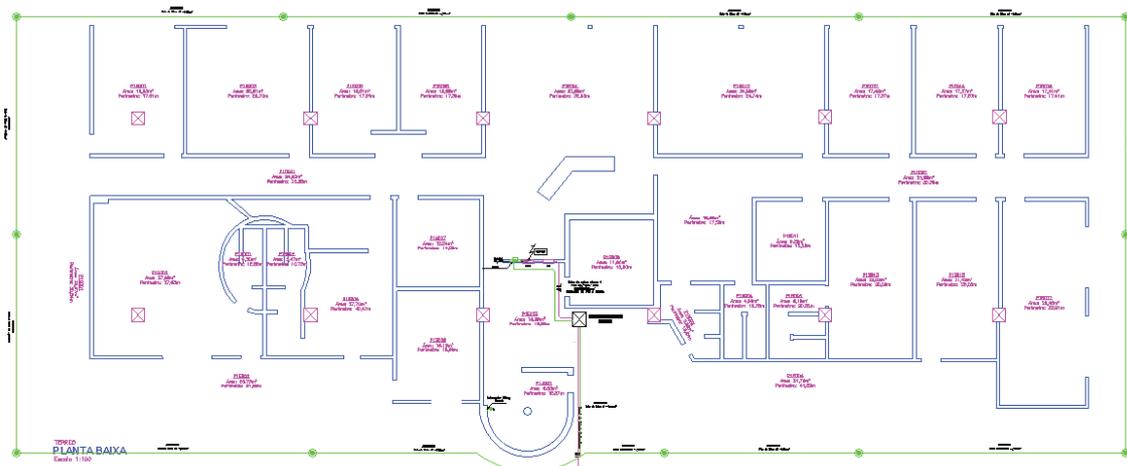


Fonte: Autor.

4.4.7 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

Para a dispersão da corrente de descarga atmosférica para a terra, o método mais importante de minimizar sobretensões potencialmente perigosas é aprimorar a geometria e a dimensões do subsistema de aterramento. Para o projeto, as hastes de aterramento foram fixadas formando um anel em volta da edificação, tentando manter a melhor geometria possível de espaçamento. Na figura 12 é apresentado o anel geométrico formado ao redor da edificação pelas hastes de aterramento.

Figura 12 – Anel geométrico formado ao redor da edificação pelas hastes de aterramento.



Fonte: Autor.

As hastes devem estar fixadas pelo menos 80% do seu comprimento total no solo. No projeto foi utilizado hastes de alta camada com 5/8" fixadas aos condutores derivados do subsistema de descida.

4.4.8 EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

A equipotencialização é obtida por meio da interligação do SPDA com:

- i. Instalações metálicas;
- ii. Sistemas internos;
- iii. Partes condutivas externas e linhas elétricas conectadas à estrutura.

Foi especificado para o projeto a instalação de uma caixa de equalização contendo o DPS. A caixa consta com 15 terminais de pressão para conexão com os demais terminais elétricos e metálicos da edificação que se encaixam com os citados acima, realizando a equalização do potencial, reduzindo os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro da edificação. Na figura 13 são apresentados os detalhes do DPS escolhido para o projeto.

- iii. Detalhamento do sistema de aterramento;
- iv. Detalhamento do sistema de equalização e dispositivo de proteção;

O memorial descritivo elaborado apresenta todos os detalhes do projeto elaborado. Cálculo de componentes de risco, especificações da edificação contribuintes para os cálculos dos parâmetros, materiais selecionados para execução do projeto, assim como suas quantidades e especificações de com a norma NBR 5419/2015. O memorial se encontra no Apêndice E deste documento.

4.5 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

Finalizando os trabalhos executados durante o estágio e, visando deixar toda a corporação ciente dos projetos elaborados, foi preparada uma apresentação para o Comandante da corporação e demais presentes, abordando detalhes dos projetos e tirando dúvidas sobre o mesmo. Na figura 14 podem ser vistas duas fotografias da apresentação dos projetos realizados pelos estagiários.

Figura 14 – Apresentação dos projetos.



Fonte: Autor.

4.6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Visando continuar com os projetos de melhoria da edificação, também solicitado pelo próprio comandante, foi sugerido para trabalhos futuros as seguintes atividades:

- Continuação do projeto de rede estruturada com foco no pavimento térreo, em que se encontra o 10º BPM;
- Projeto de um sistema de monitoramento para toda a edificação, área interna e externa;
- Projeto de um sistema de energia solar fotovoltaico para suprir a energia consumida pela edificação.

5 CONCLUSÃO

Neste relatório foram relatadas as atividades desenvolvidas durante todo o estágio supervisionado, realizado nas instalações do CPR-I, CIOP e 10º BPM, localizadas na cidade de Campina Grande. As atividades propostas pelo professor orientador e necessitadas pela corporação puderam ser concluídas no decorrer dos 3 meses de estágio, com exceção das atividades no 4º BPM, na cidade de Guarabira. Com os projetos propostos finalizados, foram feitas sugestões para futuros estagiários, tentando assim garantir uma melhoria ainda maior na estrutura da corporação.

O estágio foi extremamente importante para fazer a conciliação dos conceitos teóricos e práticos adquiridos no decorrer do curso, engrandecendo ainda mais a experiência tão necessitada para o mercado de trabalho. Foi possível empregar o conhecimento adquirido em várias disciplinas da grade curricular do curso de graduação de engenharia elétrica, com destaque para a disciplina Instalações Elétricas.

Com uma futura execução dos projetos realizados, assim como os sugeridos, pode-se destacar uma contribuição enorme para a infraestrutura de toda a edificação, visando melhorias e modernização da estrutura, como também segurança para todos aqueles que ali trabalham, assim como os equipamentos eletroeletrônicos instalados e suas respectivas instalações de fornecimento.

REFERÊNCIAS

ABNT. (2016). NBR 5410 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão

ABNT. (2015). NBR 5419 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas.

CEF. SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil. 2013. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 16 de Julho de 2018

FREITAS, Arthur da Silva. Estágio Supervisionado - Polícia Militar da Paraíba. 2018. Relatório de Estágio Supervisionado – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

MTE/NR-10. Segurança em instalações e serviços em eletricidade. 2016.

PMPB.2018. Disponível em: <<http://www.pm.pb.gov.br/>>.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTIMATIVA DE CARGA

(GUARABIRA)

LEVANTAMENTO DE CARGAS					
AMBIENTE	Ilum.	Ponto de luz	TUG	Ar-cond.	Chuv.
Entrada	3 refl	100VA+2×60VA	2×100VA	-	-
Jardim	-	-	1×1000VA	-	-
Caixa d'água	1 lamp	100VA	1×100VA	-	-
Ambulatório	5 lamps	100VA+4×60VA	8×100VA	2×2600VA	-
Sala PROERD	2 lamps	100VA+60VA	2×100VA	2600VA	-
Recepção	4 lamps	100VA+3×60VA	3×100VA	-	-
Cela	3 lamps	100VA+2×60VA	2×100VA	-	-
Passarela bebedouro	4 lamps	100VA+3×60VA	100VA	-	-
Rancho	8 lamps	100VA+7×60VA	9×100VA	-	-
Loja	1 lamp	100VA	3×100VA	-	-
Área externa rancho	2 lamps	100VA+60VA	100VA	-	-
Aloj. feminino	3 lamps	100VA+2×60VA	2×100VA	2600VA	4500VA
Corredor escritórios	5 lamps	100VA+4×60VA	100VA	-	-
Escritório 1	2 lamps	100VA+60VA	3×100VA	-	-
Escritório sub-comando	2 lamps	100VA+60VA	5×100VA	2600VA	-
Escritório gab. comand	3 lamps	100VA+2×60VA	4×100VA	2600VA	-
Escritório 4	3 lamps	100VA+2×60VA	6×100VA	2600VA	-
Arq. 1ª seção	2 lamps	100VA+60VA	5×100VA	-	-
Aloj.s FEM e comando	7 lamps	100VA+6×60VA	5×100VA	2×2600VA	2×4500VA
Aloj. RP	3 lamps	100VA+2×60VA	3×100VA	2600VA	-
Aloj. 1	7 lamps	100VA+6×60VA	5×100VA	2600VA	-

Aloj. 2	5 lamps	100VA+4×60VA	4×100VA	2600VA	-
Auditório	6 lamps	100VA+5×60VA	17×100VA	3×2600VA	-
1ª companhia	4 lamps	100VA+3×60VA	2×100VA	2600VA	-
COPOM	2 lamps	100VA+60VA	10×100VA	2600VA	-
Aloj. COPOM	2 lamps	100VA+60VA	6×100VA	-	-
Seção P5	5 lamps	100VA+4×60VA	6×100VA	2600VA	-
Armamento	2 lamps	100VA+60VA	4×100VA	2600VA	-
Aloj. Sargentos FEM	4 lamps	100VA+3×60VA	6×100VA	2600VA	2×4500VA
Aloj. Soldados	4 lamps	100VA+3×60VA	4×100VA	2600VA	-
Aloj. RP 2	4 lamps	100VA+3×60VA	6×100VA	2600VA	-
Aloj. 3	6 lamps	100VA+5×60VA	100VA	2×2600VA	-
Aloj. 4	6 lamps	100VA+5×60VA	100VA	2600VA	-
3ª seção	4 lamps	100VA+3×60VA	11×100VA	2600VA	-
Aloj. desativado	8 lamps	100VA+7×60VA	8×100VA	-	-
Almoxarifado	4 lamps	100VA+3×60VA	4×100VA	2600VA	-
Ciclismo	4 lamps	100VA+3×60VA	5×100VA	-	-
ROTAM 1	4 lamps	100VA+3×60VA	4×100VA	2600VA	-
ROTAM 2	4 lamps	100VA+3×60VA	13×100VA	2×2600VA	-
Comando CPE	2 lamps	100VA+60VA	7×100VA	2600VA	-
Aloj. 5	4 lamps	100VA+3×60VA	4×100VA	2×2600VA	-
Cantina	1 lamp	100VA	4×100VA	-	-
P/4	2 lamps	100VA+60VA	2×100VA	2600VA	-
Arquivo	3 lamps	100VA+2×60VA	2×100VA	2600VA	-
2ª seção	2 lamps	100VA+60VA	2×100VA	2600VA	-
Aloj. 6	3 lamps	100VA+2×60VA	4×100VA	2600VA	-
Garagem	3 lamps	100VA+2×60VA	1000VA+2×100VA	-	-
Caixa eletrônico	-	-	1000VA	-	-

Salas garagem	3 lamps	100VA+2×60VA	5×100VA	-	-
TOTAL	-	11440 VA	24500 VA	101400 VA	22500 VA
DEMANDA TOTAL	86,67 kW (fatores de demanda inclusos)				
DEMANDA PREVISTA	86,67×0,7*=60,67kW				
* fator de utilização					

APÊNDICE B – ORÇAMENTO PROJETO ELÉTRICO

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

ITEM	Código	DISCRIMINAÇÃO	QUANTI-DADE	UNI-DADE	Preço	
					Unitário	Total
01.00		INSTALAÇÕES ELÉTRICA				20.403,35
01.01	91959	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	13,00	un	24,75	321,75
01.02	91953	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	12,00	un	15,64	187,68
01.03	91961	INTERRUPTOR PARALELO (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	2,00	un	32,22	64,44
01.04	91955	INTERRUPTOR PARALELO (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	7,00	un	19,39	135,73
01.05	91993	TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	3,00	un	25,72	77,16
01.06	91992	TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	27,00	un	24,42	659,34
01.07	91996	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	3,00	un	18,72	56,16
01.08	92004	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	8,00	un	30,88	247,04
01.09	92008	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	83,00	un	26,46	2.196,18
01.10	92000	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	40,00	un	16,51	660,40
01.11	91831	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	195,47	m	4,65	908,94
01.12	91836	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	138,31	m	5,20	719,21
01.13	91864	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 32 MM (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	94,58	m	6,63	627,07
01.14	00012239	LUMINARIA DE SOBREPOR EM CHAPA DE AÇO PARA 2 LAMPADAS FLUORESCENTES DE *36*W, PERFIL COMERCIAL (NAO INCLUI REATOR E LAMPADAS)	124,00	un	19,88	2.465,12
01.15	96985	HASTE DE ATERRAMENTO 5/8 PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	3,00	m	34,19	102,57
01.16	72251	CABO DE COBRE NU 16MM2 - FORNECIMENTO E INSTALACAO	18,00	m	10,96	197,28
01.17	90447	RASGO EM ALVENARIA PARA ELETRODUTOS COM DIAMETROS MENORES OU IGUAIS A40 MM. AF_05/2015	394,00	m	4,09	1.611,46
01.18	90456	QUEBRA EM ALVENARIA PARA INSTALAÇÃO DE CAIXA DE TOMADA (4X4 OU 4X2).F_05/2015	198,00	un	2,70	534,60
01.19	91936	CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	124,00	un	7,39	916,36
01.20	91852	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	234,56	m	4,88	1.144,67
01.21	91854	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	159,05	m	5,42	862,05

APÊNDICE C – LAUDO TÉCNICO

C.1 Laudo Técnico – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

C.1.1 OBJETIVO

O presente laudo tem por finalidade a constatação e explanação do distúrbio ocorrido nas instalações elétricas de baixa tensão do Comando de Policiamento Regional 1 – CPR1, localizado em Campina Grande/PB em 18 de junho de 2018.

C.1.2 DESCRIÇÃO

Conforme vistoria realizada no dia 20 de junho de 2018, foi identificada a ocorrência de uma sobrecarga seguida de um princípio de incêndio em uma caixa de passagem que continha cabos íntegros e cabos emendados. Devido ao distúrbio em questão, no mínimo duas salas do local tiveram o fornecimento de energia elétrica interrompido. No momento da ocorrência não havia ninguém nas salas afetadas e o distúrbio veio a ser constatado horas depois do ocorrido.

Durante a vistoria, um levantamento de carga foi feito para análise da sobrecarga ocorrida na caixa de passagem. Foi constatado que os condutores que alimentavam a sala em questão estavam ligados diretamente a um barramento alimentado por um disjuntor trifásico com corrente nominal de 90 Ampères.



Figura C.1: Disjuntor trifásico termomagnético 90A de entrada do CPR-1.

O circuito da sala, que utilizava cabos de 2,5 mm² de diâmetro, não estava ligado a um disjuntor de proteção individual, logo, os cabos não estavam protegidos de uma possível sobrecarga. A sobrecarga ocorrida gerou superaquecimento nos condutores e, em seguida, o princípio de incêndio averiguado.

Além da divisão dos circuitos de iluminação, de tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, os cabos dos circuitos das salas deveriam estar ligados a disjuntores termomagnéticos monofásicos de proteção com corrente nominal de 20 Ampères. Desta forma, os disjuntores atuariam rapidamente durante a sobrecarga, protegeriam os cabos da instalação, cessariam a corrente de carga do circuito e evitariam a ocorrência do incêndio.

Foi possível verificar diversos focos de desconformidade às Normas Técnicas Brasileiras no local inspecionado, portanto, este necessita de reparos e adequação das instalações elétricas. Dentre as desconformidades averiguadas, podem ser citadas:

- i. Subdimensionamento dos cabos que alimentam o circuito das salas afetadas;
- ii. Equipamento de proteção (disjuntor termomagnético) em desconformidade com os cabos utilizados na instalação;
- iii. Acúmulo de cabos entrelaçados;
- iv. Ambiente inadequado para posicionamento das emendas;
- v. Compartilhamento do condutor neutro para dois circuitos diferentes;
- vi. Instalação de equipamento de alta potência (ar-condicionado) em conjunto com os demais pontos de tomada de uso geral.

Abaixo estão imagens capturadas na vistoria realizada.



Figura C.2: Compartilhamento do condutor neutro (6 mm^2) para dois circuitos diferentes ($2,5\text{ mm}^2$).

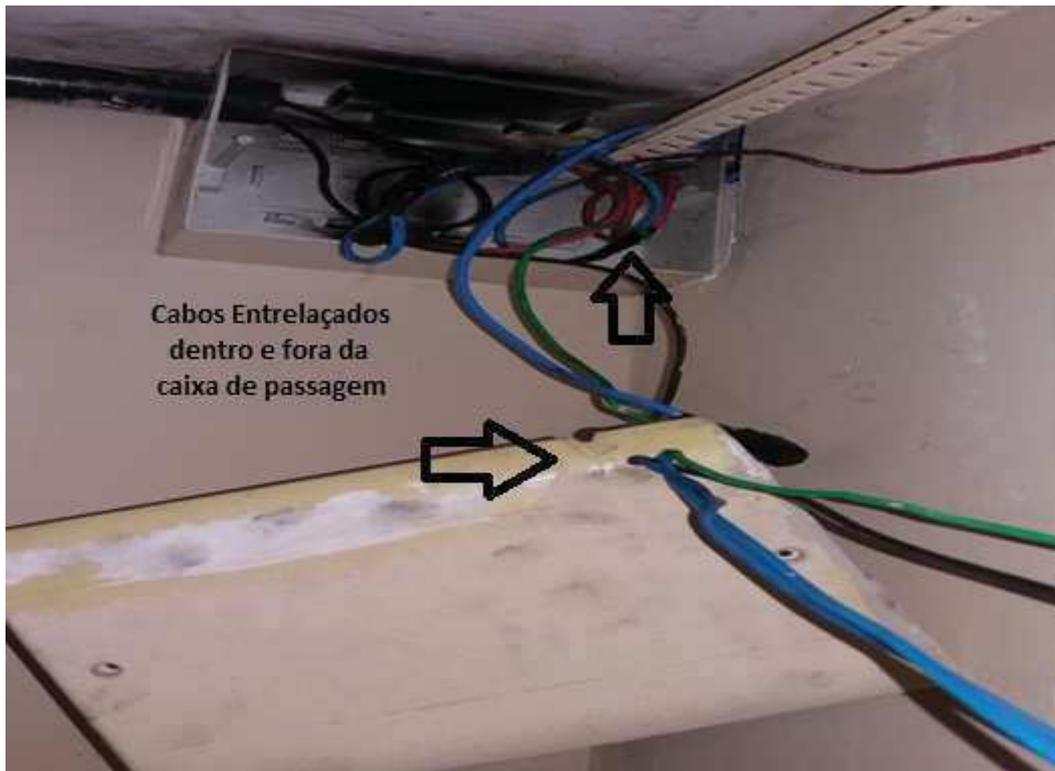


Figura C.3: Entrelaçamento de cabos e ambiente impróprio para emendas.

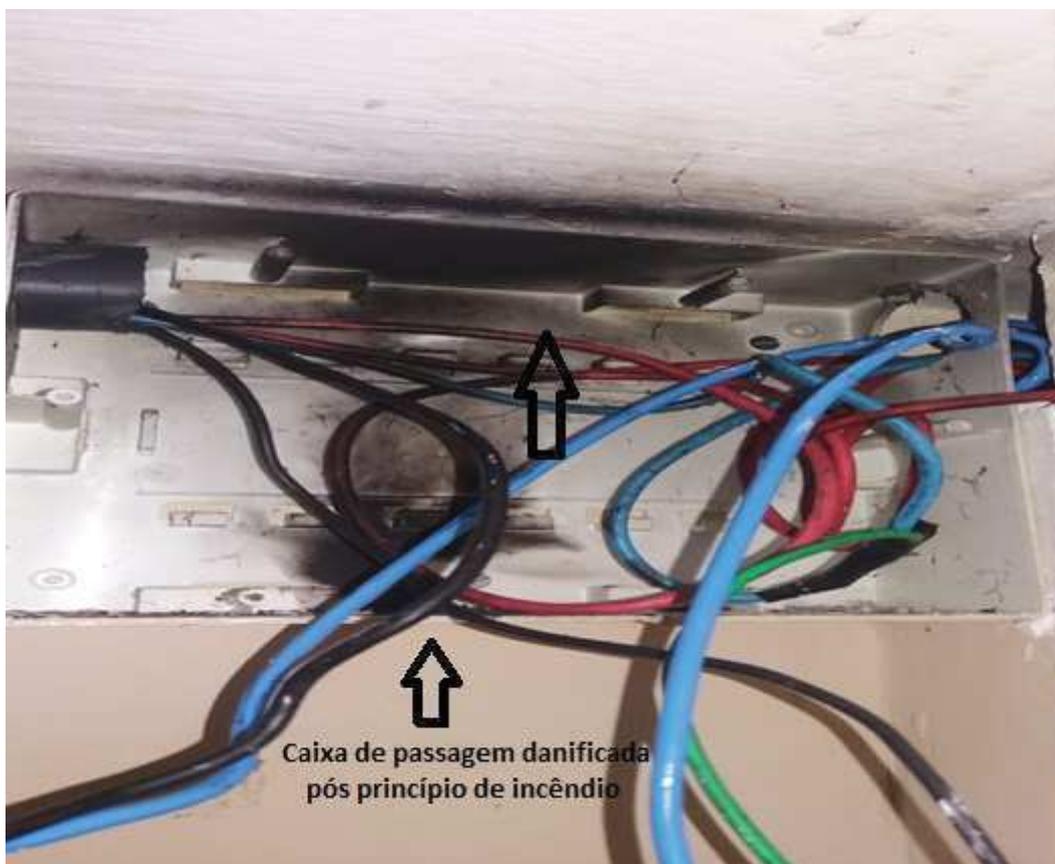


Figura C.4: Resultado do princípio de incêndio gerado pela sobrecarga.

C.1.3 SUGESTÕES DE CORREÇÕES

- i. Necessidade de substituição da caixa de passagem incendiada;
- ii. Melhor distribuição dos circuitos e separação dos cabos nas caixas de passagem, o que facilita manutenção e manobra;
- iii. Redimensionamento dos circuitos para receber cabeamento compatível com a necessidade da instalação;
- iv. Extinguir por completo o compartilhamento entre condutores neutro de circuitos diferentes;
- v. Revisão e provável redimensionamento dos disjuntores termomagnéticos conectados ao cabeamento;
- vi. Separação de circuitos de alta potência (ar-condicionado) dos demais circuitos de tomada de uso geral e iluminação;
- vii. Dutos, calhas ou canaletas para todo cabeamento aparente da sala;
- viii. Devido ao tempo de uso, recomenda-se a revisão e adequação (se necessária) de todo o sistema de instalações elétricas de baixa tensão das salas, incluindo cabos, eletrodutos, equipamentos de proteção, tomadas, interruptores e caixas de passagem abertas (sem espelho);
- ix. Divisão dos circuitos das salas em:

Tabela C.1 – Sugestão de divisão dos circuitos.

Circuito	Descrição	Cabo (mm²)	Disjuntor (A)
Circuito 1	Iluminação das duas salas	1,5	16
Circuito 2	Tomadas de uso geral das duas salas	2,5	20
Circuito 3	Tomada de uso específico [ar-condicionado sala 1]	2,5	20
Circuito 4	Tomada de uso específico [ar-condicionado sala 2]	2,5	20

C.1.4 CONCLUSÃO

De acordo com o que foi exposto, conclui-se que as instalações elétricas do Comando de Policiamento Regional 1 (CPR-1) acima descritas não estão de acordo com as condições seguras de uso, o que apresenta risco para as cargas instaladas no ambiente. Tais condições podem ocasionar acidentes no manuseio das cargas, bem como apresentam perigo a todos que estão no local.

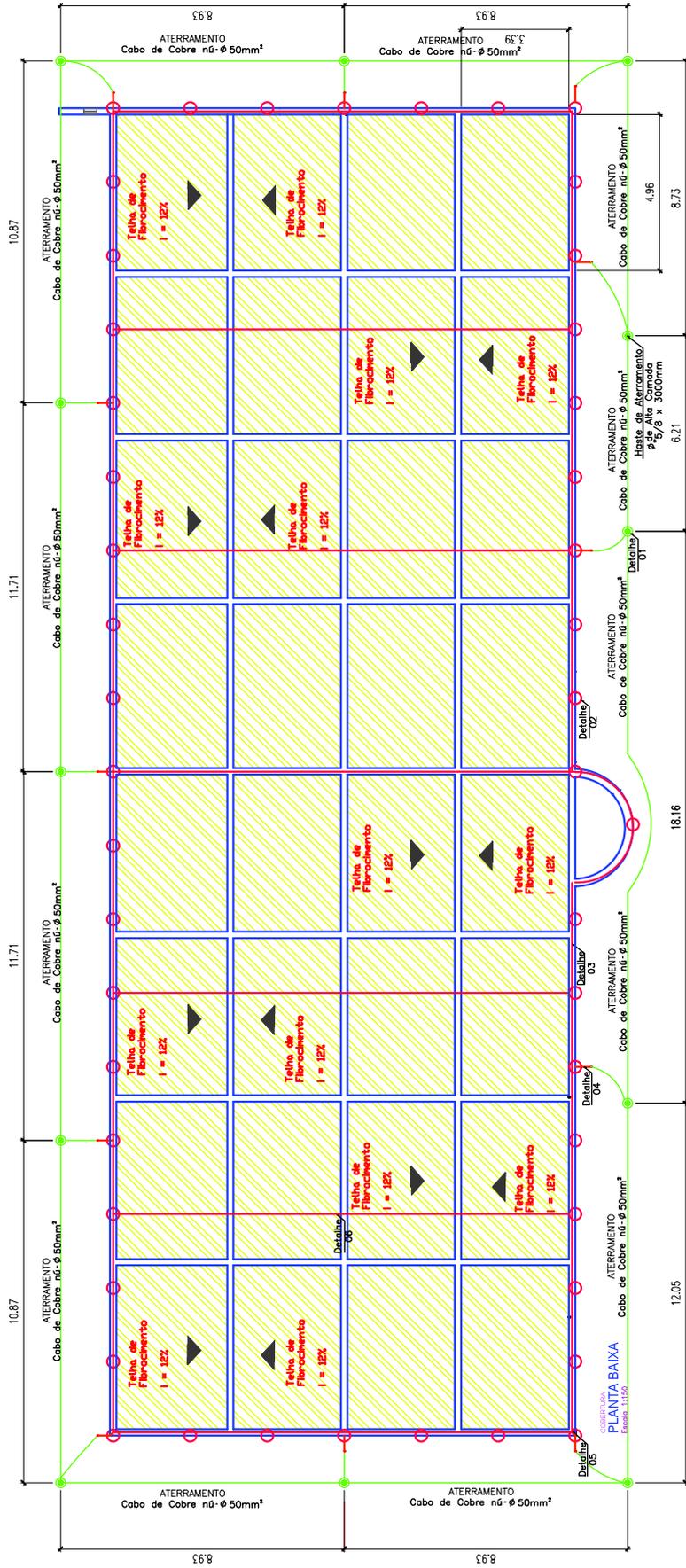
As normais técnicas observadas para a conclusão deste laudo são as seguintes:

- ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

APÊNDICE D – DETALHES SPDA

Legenda

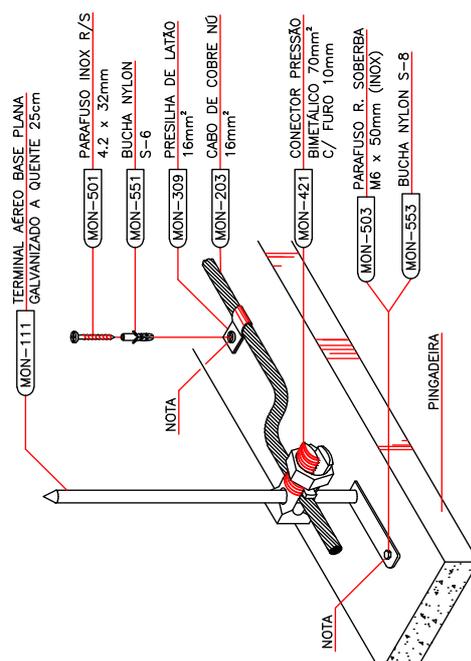
- Captação
- Cabo de Cobre nº - ϕ 35mm²
- Descida de Cabo nº - ϕ 16mm²
- ATERAMENTO Cabo de Cobre nº - ϕ 50mm²
- Captadores de descarga atmosférica
- Caixa de conexão entre o cabo de descida de 35mm² e o cabo de 50mm²
- Caixa de descida e Equipamento DFS
- Caixa de inspeção de aterramento com este 5/8 x 300mm



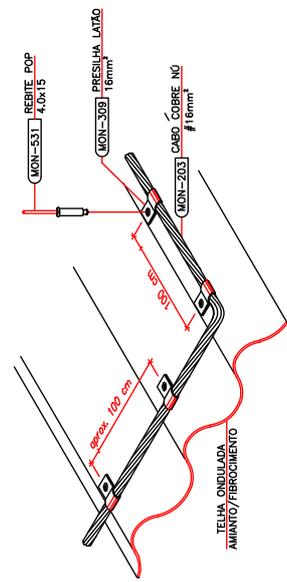
POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA
 10^o Batalhão de Polícia Militar - 10^o BPM
 Comando de Policiamento Regional - CPR-1 / Centro Integrado de Operações - CIOP
 Rua Antônio Pereira, 800 - Centro, Campina Grande - PB, 58406-158
 (83) 3342-2159

FRANCHA
ELE
 PROJETO: **ELÉTRICO**
 01/04-R0

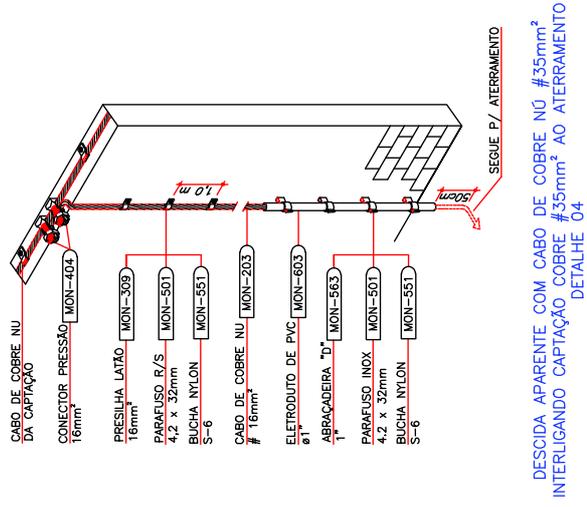
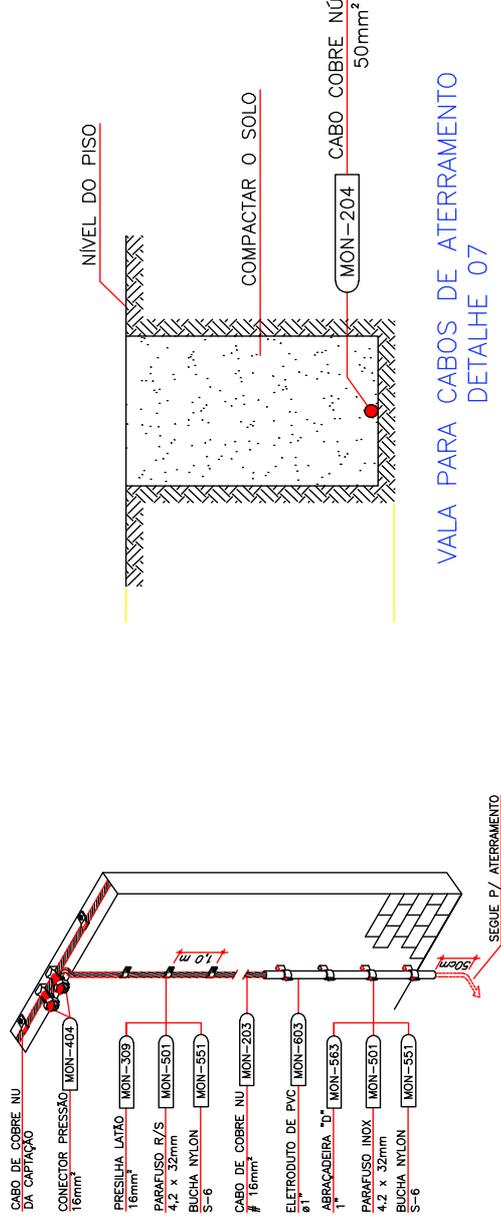
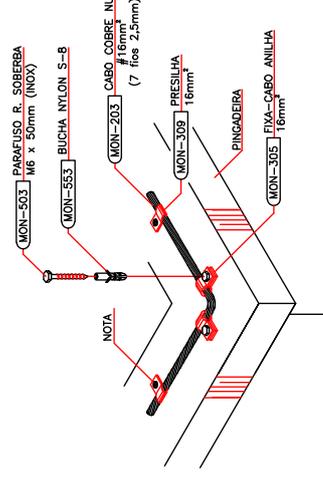
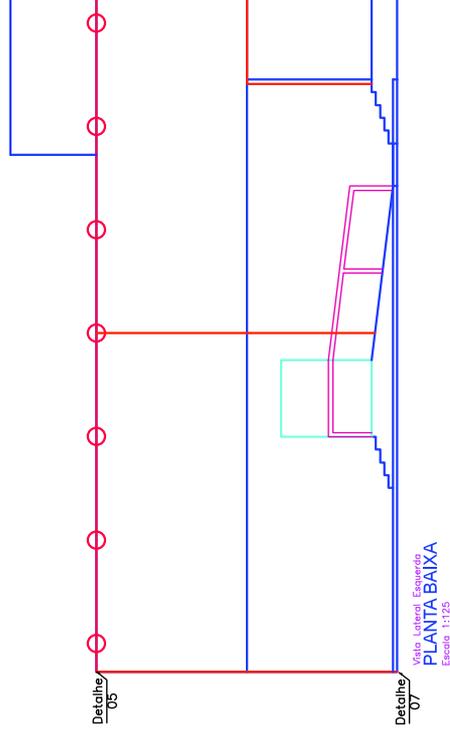
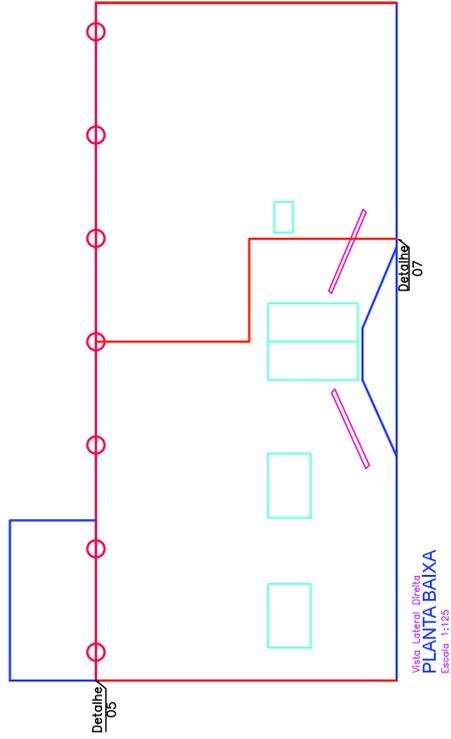
OBRA:	EDIFICAÇÃO MILITAR
INTERESSADO:	CORONEL PAULO ALMEIDA DA SILVA MARTINS
LOCAL:	RUA VEREADOR ARTUR VILLARIM, SN
ÁREAS:	INTERESSADO: CORONEL PAULO ALMEIDA DA SILVA MARTINS
TERRENO:	3667,14m ²
EDIFICAÇÃO:	TERREDO 660,16m ² PAVIMENTO 1 690,29m ² ÁREA EXTERNA 470,34m ² TOTAL 1820,79m ²
PROJETISTAS:	LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA
CREA:	LUIZ FERNANDO DE MELO SILVA
RES. TÊC.:	RESPONSÁVEL
CREA:	CREA:
ARQUIVO:	PROJETO ELÉTRICO - Rde-Entulhada-SPDA.org
DATA:	AGOSTO/2018
RESENHO:	LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA LUIZ FERNANDO DE M. SILVA
INDICADA:	AGOSTO/2018
DESCRITÃO:	COMPATIBILIZAÇÃO
CONTEUDO:	PLANTA BAIXA - TÊRREO PLANTA BAIXA - PAVIMENTO 1 LEGENDA



NOTA: USAR POLIURETANO (MON-901) NA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS PERFURAÇÕES
TERMINAL AÉREO CAPTOR 25cm E CABO COBRE FIXADOS EM ALVENARIA
 DETALHE 02



NOTA: USAR POLIURETANO (MON-901) NA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS PERFURAÇÕES
FIXAÇÃO DO CABO DE COBRE EM TELHAS DE AMIANTO/FIBROCIMENTO
 DETALHE 06



POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA 10º Batalhão de Polícia Militar - 10º BPM Comando de Policiamento Regional - CPR-1 / Centro Integrado de Operações - CIOP Rua Admício Pereira, 800 - Centro, Campina Grande - PB, 58406-158 (83) 3342-2159		FRANCHA ELE
PROJETO: ELÉTRICO		02/04-R0
OBRA: EDIFICAÇÃO MILITAR	INTERESSADO: CORONEL PAULO ALMEIDA DA SILVA MARTINS	
	LOCAL: RUA VEREADOR ARTUR VILLARIM, SN	
ÁREAS:	INTERESSADO: CORONEL PAULO ALMEIDA DA SILVA MARTINS	
TERRENO: 3667,14m²	PROJETISTAS: LUIZ AUGUSTO SILVA MOURA	
EDIFICAÇÃO: 660,16m²	CREA: LUIZ FERNANDO DE MELO SILVA	
PAVIMENTO 1: 690,29m²	RES. T.ÉC.: RESPONSÁVEL	
ÁREA EXTERNA: 470,34m²	CREA:	
TOTAL: 1820,79m²	CREA:	
ESCALA: INDICADA	DATA: AGOSTO/2018	ARQUIVO: PROJETOELTRICO-HR@Embratel-SPDA.png
CONTEUDO: PLANTA BAIXA - TÉRREO PLANTA BAIXA - PAVIMENTO 1 LEGENDA	RESENHO: LUIZ Augusto Silva Moura LUIZ Fernando de M. Silva	DESCRIÇÃO: COMPATIBILIZAÇÃO

APÊNDICE E – MEMORIAL DESCRITIVO: SPDA

E.1 - APRESENTAÇÃO

Este memorial, juntamente com os seus anexos, irá orientar os serviços de instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) no prédio em que se encontra as instalações do Comando de Policiamento Regional 1 (CPR-1), 10º Batalhão da Polícia Militar (10º BPM) e do Centro Integrado de Operações (CIOP) e contém informações importantes sobre detalhes, especificações, dimensionamento e quantitativos necessários para a execução do projeto de acordo com as normas vigentes.

E.2 - CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

A edificação se encontra na Rua Vereador Artur Villarim, S/N, CEP 58.100 – 290, Campina Grande-PB. Possui 2 pavimentos com cerca de 650 m² no cada, além da área externa que contém estacionamento.

E.3 - OBJETIVO

- Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
- Apresentação do cálculos para gerenciamento de risco da edificação, com base na ABNT – NBR – 5419-2015;
- Escolha do tipo de proteção.

E.4 - REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- ABNT-NBR-5419:2015- Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas
- ABNT-NBR-5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimento
- ABNT-NBR-14306:1999- Proteção Elétrica e Compatibilidade Eletromagnética em Redes Externas de Telecomunicações em Edificações – Projeto

E.5 - ENQUADRAMENTO NORMATIVO

Tabela E.1 – Enquadramento da Norma

Características Construtivas do Edifício		
Cobertura	Alvenaria e Telha Cerâmica	Espessura da telha 5 mm
Nível de Proteção	Nível	II
Classe de Proteção	Classe	II

E.6 - GERENCIAMENTO DE RISCO

A proteção da estrutura do edifício contra as descargas atmosféricas será feita por meio da utilização de ferragens metálicas e hastes de captação, próprias para edificações.

Perda de vida humana (L1) e perda de serviço público (L2) são relevantes para este tipo de estrutura.

Isto é requisito para a avaliação da necessidade de proteção. Isto implica na necessidade de se determinar o risco R1 e R2, com os componentes de risco RA, RB, RC (de acordo com a Tabela 2, NBR 5419/2015-2), para perda de vida humana (L1) para comparar com o risco $RT = 10^{-5}$ e o risco R2 para a perda de serviço público (L2) e comparar com o risco $RT = 10^{-3}$ (ambas de acordo com a Tabela 4, NBR 5419/2015-2).

As medidas de proteção adequadas para mitigar estes riscos devem ser selecionadas.

E.6.1 – DECISÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO

Tabela E.2 – R1: Risco de perda de vida humana

Tipo de Dano	Símbolo	Estrutura
D1: ferimentos a seres vivos por choque elétrico	$Ra = Nd \times Pa \times La$	2×10^{-10}
	$Ru = (Ni + Ndj) \times Pu \times Lu$	$2,4 \times 10^{-5}$
D2: Danos físicos	$Rb = Nd \times Pb \times Lb$	2×10^{-9}
	$Rv = (Ni + Ndj) \times Pv \times Lv$	$2,4 \times 10^{-4}$
Total		$2,6 \times 10^{-5}$
Tolerável		10^{-5}

Tabela E.3 – R2: Risco de perda ao serviço público

Tipo de Dano	Símbolo	Estrutura
D2: Danos Físicos	$Rb = Nd \times Pb \times Lb$	2×10^{-9}
	$Rv = (Ni + Ndj) \times Pv \times Lv$	$2,4 \times 10^{-4}$
D3: falhas de sistemas eletroeletrônicos	$Rc = Nd \times Pc \times Lc$	2×10^{-6}
	$Rw = (Ni + Ndj) \times Pw \times Lw$	$2,4 \times 10^{-7}$
	$Rm = Nm \times Pm \times Lm$	$7,02 \times 10^{-5}$
	$Rz = Ni \times Pz \times Lz$	$2,4 \times 10^{-5}$
Total		$3,36 \times 10^{-3}$
Tolerável		10^{-3}

E.6.2 – IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA A SER PROTEGIDA**Tabela E.4 – Edificação: Características da Estrutura**

Parâmetro de Entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência (NBR 5419/2015 – 2)
Densidade de descargas atmosféricas para a terra		Ng	0,8	Figura F.3
Dimensões da estrutura (m)		L, W,H	42, 15,7	
Fator de localização da estrutura	Cercado por objetos de mesma altura	Cd	0,50	Tabela A.1
SPDA	Nenhum	Pb	1	Tabela B.2
Ligação Equipotencial	Nenhum	Peb	1	Tabela B.7
Blindagem Especial Externa	Nenhum	Ks1	1	Equação (B.5)

Tabela E.5 – Edificação: Linha de Energia

Parâmetro de Entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência (NBR 5419/2015 – 2)
Comprimento		LL	150 m	
Fator de instalação	Enterrado	CL	0,5	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha BT	CT	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	CE	0,1	Tabela A.4
Blindagem da linha	Não blindada	Rs		Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	CLD	1	Tabela B.4
		CLI	1	
Estrutura Adjacente	Nenhuma	LJ, WJ, HJ		
Fator de localização da estrutura adjacente		CDJ	0,5	Tabela A.1
Tensão suportável do sistema interno (kV)		Uw	1	
	Parâmetros resultantes	KS4		Equação (B.7)
		PLD	1	Tabela B.8
		PLI	1	Tabela B.9

Tabela E.6 – Distribuição de pessoas na edificação

Zona	Número de pessoas	Tempo de presença
Edificação (Térreo e Pavimento 1)	nt = 100	tz = 8760

Tabela E.7 – Fatores válidos para a edificação

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Superfície do piso	Cerâmica	rt	10^{-3}	Tabela C.3
Proteção contra choque	Nenhuma medida de proteção	PTA	1	Tabela B.1
Risco de incêndio	Risco normal de incêndio	rf	10^{-2}	Tabela C.5
Proteção de incêndio	Possui extintores	rp	0,5	Tabela C.4
Blindagem espacial interna	Não Possui	KS2		Equação (B.6)
	Baixo nível de pânico	hz	2	Tabela C.6
L1: perda de vida humana	Todos os tipos de ferimentos	Lt	10^{-2}	Tabela C.2
	Edificação de serviço público	Lf	10^{-2}	
		Lo	10^{-1}	
Fator para pessoas na zona	$nz/ nt \times tz /8760$	-		

E.6.3 – CÁLCULO DAS QUANTIDADES RELEVANTES**Tabela E.8 – Áreas de exposição**

	Símbolo	Resultado	Referencia Equação	Equação
Estrutura	AD	14363,4423 m ²	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L \times W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	AM	87785,834 m ²	(A.7)	$AM = 2 \times LL \times (L+W) + \pi \times LL^2$
Linha de Energia	AL/P	6000 m ²	(A.9)	$AL/P = 40 \times LL$
	AI/P	600000 m ²	(A.11)	$AL/P = 4000 \times LL$
	ADA/P		(A.2)	
Linha de Sinal	AL/T		(A.9)	$AL/P = 40 \times LL$
	AI/T		(A.11)	$AL/P = 4000 \times LL$
	ADA/T		(A.2)	

E.7 - PROTEÇÃO EXTERNA**E.7.1 – COBERTURA**

A Proteção Externa do Edifício contra descargas atmosféricas (SPDA) será pelo sistema Gaiola de Faraday.

E.7.2 – ATERRAMENTO

Para cada descida, deverá ser cravada uma haste de aterramento de alta camada (NBR 13571) interligada com cabo de cobre nu #50mm² (NBR 6524), a 50 cm de profundidade no solo, formando um anel periférico à plataforma. As hastes devem ser interligadas à malha.

E.7.3 – MALHA DA GAIOLA DE FARADAY

Para o método gaiola de Faraday, como a classe de proteção é II, foi utilizada a malha com espaçamento de no máximo 10 X 10, conforme exigido pela norma 5419.

E.8 - ATERRAMENTO

O aterramento terá sistema TN-S com malha de terra em com hastes de aço cobreado 5/8” x 2,4 metros com espaçamento mínimo de 2,4 metros entre as hastes de terra com cabo de cobre nu 50 mm². As conexões haste-cabo devem ser feita por meio de soldas exotérmicas nos terminais das caixas de inspeção.

Para este projeto foi adotado uma resistividade do solo de 525 Ω.m devido a esta resistividade foi adotado hastes de 5/8”x 2,4 m.

E.9 - SISTEMA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

E.9.1 – EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL

Para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do Edifício foram projetadas a equalização de potencial conforme indicado no Projeto. Essa equalização de potencial é obtida mediante condutor de ligação interligado as massas metálicas das diversas instalações dentro do Edifício, conforme descrito adiante:

E.9.1.1 – TERMINAL DE ATERRAMENTO PRINCIPAL (TAP)

Nessa barra será interligada a ligação equipotencial do sistema elétrico, de todo o sistema de aterramento da edificação.

E.9.1.2 – DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

O DPS é acionado quando a descarga atmosférica acontece, direcionando a corrente de descarga para o sistema de aterramento, assim, protegendo as instalações da edificação.

E.10 - RELAÇÃO DE PRANCHAS

PRANCHA A3 01_03 SPDA

PRANCHA A3 02_03 SPDA

PRANCHA A3 03_03 SPDA

E.11 - LISTA DE MATERIAIS

Quadro E.1 – Lista e quantidade de materiais do projeto

Lista de Materiais Para SPDA			
Componentes	Descrição	Unidade	Quantidade
Aterramento:	HASTE DE ATERRAMENTO TIPO COPPEWELD ALTA CAMADA (254 MICRONS) 5/8 2.40m	Peça	12
	CABO DE COBRE NU 50 mm ²	m	145
	SOLDA EXOTÉRMICA	Peça	12
	CAIXA DE INSPEÇÃO	Peça	12
	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO	Peça	01
Malha Aérea:	CABO DE COBRE NU 35 mm ²	Peça	215
	TERMINAL AÉREO	Peça	48
	ISOLADOR PARA TELHA DE FIBROCIMENTO	Peça	200
Captação de Descida:	PRESILIA DE LATÃO 35 mm ²	Peça	180
	CABO DE COBRE NU 16 mm ²	m	115
	ISOLADOR PARA MASTRO	Peça	15
	ABRAÇADEIRA TIPO “D” 1”	Peça	80
	CONECTOR BRONZE 4 FUIROS	Peça	12
	CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa	Peça	12
	Eletroduto PVC	m	145

E.12 - Anexo

E.12.1 – DETERMINAÇÃO DOS RISCOS PARA NECESSIDADE DE SPDA

E.12.1.1 – DETERMINAÇÃO DO RISCO R1: PERDA DE VIDA HUMANA

E.12.1.1.1 - COMPONENTE DE RISCO RA

$$R_a = N_d \times P_a \times L_a = 2 \times 10^{-10}$$

Onde, $N_d = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} = 0,8 \times A_D \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,002$

$$P_a = P_{TA} + P_B = 1 \times 1 = 1$$

$$L_a = r_t * L_T * n_z/n_t \times t_z/8760 = 10^{-3} \times 10^{-2} \times 1/100 * 1 = 10^{-7}$$

E.12.1.1.2 - COMPONENTE DE RISCO RB

$$R_b = N_d \times P_B \times L_b = 2 \times 10^{-9}$$

Onde, $N_d = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} = 0,8 \times A_D \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,002$

$$P_B = 1$$

$$L_b = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 0,5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 1/100 \times 1 = 10^{-6}$$

E.12.1.1.3 - COMPONENTE DE RISCO RU

$$R_u = N_L \times P_u \times L_u = 2,4 \times 10^{-5}$$

Onde, $N_L = N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} = 0,8 \times 6000 \times 0,5 \times 0,1 \times 1 = 240$

$$P_u = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$L_u = r_t \times L_T \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 10^{-3} \times 10^{-2} \times 1/100 \times 1 = 10^{-7}$$

E.12.1.1.4 - COMPONENTE DE RISCO RV

$$R_v = N_L \times P_v \times L_v = 2,4 \times 10^{-4}$$

Onde, $N_L = N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} = 0,8 \times 6000 \times 0,5 \times 0,1 \times 1 = 240$

$$P_v = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z/8760 = 0,5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 1/100 \times 1 = 10^{-6}$$

E.12.1.2 – DETERMINAÇÃO DO RISCO R2: PERDA AO SERVIÇO PÚBLICO

E.12.1.2.1 - COMPONENTE DE RISCO RB

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b = 2 \times 10^{-9}$$

Onde, $N_d = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} = 0,8 \times A_D \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,002$

$$P_b = 1$$

$$L_b = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 0,5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 1/100 \times 1 = 10^{-6}$$

E.12.1.2.2 - COMPONENTE DE RISCO RV

$$R_v = N_L \times P_v \times L_v = 2,4 \times 10^{-4}$$

Onde, $N_L = N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} = 0,8 \times 6000 \times 0,5 \times 0,1 \times 1 = 240$

$$P_v = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 0,5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times 1/100 \times 1 = 10^{-6}$$

E.12.1.2.3 - COMPONENTE DE RISCO RC

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c = 2 \times 10^{-6}$$

Onde, $N_d = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} = 0,8 \times A_D \times 0,5 \times 10^{-6} = 0,002$

$$P_c = P_{SPD} \times C_{LD} = 1 \times 1 = 1$$

$$L_c = L_o \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 10^{-1} \times 1/100 \times 1 = 10^{-3}$$

E.12.1.2.4 - COMPONENTE DE RISCO RW

$$R_w = N_L \times P_w \times L_w = 2,4 \times 10^{-7}$$

Onde, $N_L = N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} = 0,8 \times 6000 \times 0,5 \times 0,1 \times 1 \times 10^{-6} = 0,00024$

$$P_w = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$L_w = L_o \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 10^{-1} \times 1/100 \times 1 = 10^{-3}$$

E.12.1.2.5 - COMPONENTE DE RISCO RM

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m = 7,02 \times 10^{-5}$$

Onde, $N_m = N_G \times A_m \times 10^{-6} = 0,8 \times 87785,834 \times 10^{-6} = 0,07022$

$$P_m = 1$$

$$L_m = L_o \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 10^{-1} \times 1/100 \times 1 = 10^{-3}$$

E.12.1.2.6 - COMPONENTE DE RISCO RZ

$$R_z = N_i \times P_z \times L_z = 2,4 \times 10^{-5}$$

Onde, $N_i = N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} = 0,8 \times 600000 \times 0,5 \times 0,1 \times 1 = 0,024$

$$P_z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$L_z = L_0 \times n_z/n_t \times t_z / 8760 = 10^{-1} \times 1/100 \times 1 = 10^{-3}$$

E.12.2 – DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO A_D NA ESTRUTURA

$$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L \times W) + \pi \times (3 \times H)^2$$

$$\text{onde, } L = 42;$$

$$W = 15;$$

$$H = 7.$$

$$\text{Logo, } A_D = 42 \times 15 + 2 \times (3 \times 7) \times (42 \times 7) + \pi \times (3 \times 7)^2 = 14363,4423$$

E.12.3 – DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO A_D PERTO DA ESTRUTURA

$$A_M = 2 \times L_L \times (L + W) + \pi \times L_L^2$$

$$\text{onde, } L = 42;$$

$$W = 15;$$

$$L_L = 150$$

$$\text{Logo, } A_M = 2 \times 150 \times (42 + 15) + \pi \times 150^2 = 87785,834$$

E.12.4 – DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO A_L PARA A LINHA DE ENERGIA

$$A_{L/P} = 40 \times L_L$$

$$\text{onde, } L_L = 150$$

$$\text{Logo, } A_{L/P} = 40 \times 150 = 6000$$

E.12.5 – DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO A_L PERTO DA LINHA DE ENERGIA

$$A_{L/P} = 4000 \times L_L$$

$$\text{onde, } L_L = 150$$

$$\text{Logo, } A_{L/P} = 4000 \times 150 = 600000$$

APÊNDICE F – ORÇAMENTO SPDA

Lista de Materiais Para SPDA					
Componentes	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unit.	Preço Total
Aterramento:	HASTE DE ATERRAMENTO TIPO COPPEWELD ALTA CAMADA (254 MICRONS) 5/8 2.40m	Peça	12	34,19	410,28
	CABO DE COBRE NU 50 mm ²	m	145	30,29	4.392,05
	SOLDA EXOTÉRMICA	Peça	12	29,80	357,60
	CAIXA DE INSPEÇÃO	Peça	12	42,20	506,40
	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO	Peça	01	730	730,00
Malha Aérea:	CABO DE COBRE NU 35 mm ²	Peça	215	21,36	4.592,40
	TERMINAL AÉREO	Peça	48	68,70	3.297,76
	ISOLADOR PARA TELHA DE FIBROCIMENTO	Peça	200	21	4.200,00
Captção de Descida:	PRESILIA DE LATÃO 35 mm ²	Peça	180	2,23	401,40
	CABO DE COBRE NU 16 mm ²	m	115	10,96	1.260,40
	ISOLADOR PARA MASTRO	Peça	15	15,80	237,00
	ABRAÇADEIRA TIPO "D" 1"	Peça	80	2,33	186,40
	CONECTOR BRONZE 4 FUROS	Peça	12	9,83	117,96
	ELETRODUTO PVC 40MM (1 ¼) PARA SPDA	m	145	33,59	4.870,55
	Subtotal				25.560,20
	(BDI 25%)TOTAL				31.950,25

ANEXO A – PRANCHA PROJETO ELÉTRICO

