



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RAFAEL MACÊDO MARQUES GOUVEIA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NA GERÊNCIA
EXECUTIVA DE PLANEJAMENTO E PROJETOS DA CAGEPA**

JOÃO PESSOA - PB
2018

RAFAEL MACÊDO MARQUES GOUVEIA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NA GERÊNCIA
EXECUTIVA DE PLANEJAMENTO E PROJETOS DA CAGEPA**

Relatório de Estágio Integrado submetido à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Nady Rocha

RAFAEL MACÊDO MARQUES GOUVEIA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NA GERÊNCIA
EXECUTIVA DE PLANEJAMENTO E PROJETOS DA CAGEPA**

Relatório de Estágio Integrado submetido à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data de Aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. Nady Rocha (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Clivaldo Silva de Araújo (Avaliador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. José Maurício Ramos de Sousa Neto (Avaliador)
Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por tudo que Ele tem me proporcionado durante essa longa caminhada. Sou extremamente grato pela sua proteção e por sempre estar iluminando meus passos.

A minha esposa Isabella, por seu infinito amor e carinho. Agradeço também pela sua compreensão, por entender os momentos de ausência e, principalmente, por ter me apoiado e encorajado em absolutamente todas as decisões que tomei durante toda essa jornada da graduação, jornada essa que também nos transformou de namorados a casados.

Aos meus pais Severino e Ilsaíra, guerreiros que Deus me deu o privilégio de tê-los como pais. Agradeço por todo o amor, dedicação e apoio incondicional para que esta etapa da minha vida fosse concluída com êxito. Sem vocês eu nada seria. Agradeço também aos meus irmãos, Roberta e Bruno, por todo o amor e ajuda durante nossa caminhada juntos.

Ao meu professor orientador Dr. Nady Rocha, pela orientação deste relatório de estágio e por toda ajuda e disponibilidade durante o tempo de elaboração deste documento. Agradecer também pelas inúmeras dúvidas sanadas a respeito do projeto.

Aos professores Dr. Clivaldo Silva de Araújo e Dr. José Maurício Ramos de Souza Neto que se dispuseram a fazer parte da banca examinadora do meu relatório e contribuíram com suas valiosas dicas e correções.

Aos professores Juan Moises Mauricio Villanueva e Francisco Antônio Belo pela oportunidade dada a mim de trabalhar como aluno de iniciação científica. Sou grato por todos os ensinamentos passados e pela amizade.

À equipe da Gerência Executiva de Planejamento e Projetos (GEPP) da CAGEPA e aos colegas de estágio José Roberto, Diego, Arthur e Vitor, pela amizade, ajuda e companheirismo diário. Agradeço também ao Engenheiro Dailton Leite Uchôa pela supervisão do estágio e por estar sempre disposto a tirar dúvidas e mostrar a realidade da profissão de engenheiro eletricista.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a construção da minha formação pessoal e acadêmica.

Obrigado!

IDENTIFICAÇÃO

EMPRESA:

Nome: Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA

Endereço: Avenida Feliciano Cirne, 220, Jaguaribe – João Pessoa/PB

Telefone: (83) 3218-1200

CEP: 58015-570

ESTÁGIO:

Área de atuação da organização: Abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Data de início: 26/04/2017

Data de término: 30/06/2018

Carga horária semanal: 20 horas

Carga horária total: 1200 horas

Supervisor de Estágio: Eng^o Dailton Uchôa Leite

RESUMO

Este relatório descreve as principais atividades realizadas pelo estagiário Rafael Macêdo Marques Gouveia, aluno do curso de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), durante o período de quatorze meses de estágio realizado na Gerência Executiva de Planejamento e Projetos (GEPP) da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A GEPP é o setor responsável pela elaboração de projetos de reformas, ampliações e novas estruturas que beneficiarão a população paraibana no que se refere ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. Para tais intervenções, torna-se também necessária a elaboração de projetos elétricos de baixa e média tensão, que, com supervisão do Engenheiro Eletricista Dailton Uchôa Leite, se tornaram as atividades designadas ao estagiário. Durante a vigência do estágio, diversos projetos elétricos foram realizados, devido a isso, este trabalho abordará apenas os procedimentos executados na elaboração do projeto do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Paulista, localizada no sertão da Paraíba. Para a realização dessas atividades os *softwares* AUTOCAD® e *Microsoft Office* foram utilizados.

Palavras-chave: CAGEPA. Projetos Elétricos. AUTOCAD.

ABSTRACT

This report describes the main activities carried out by the intern Rafael Macêdo Marques Gouveia, a graduate student in Electrical Engineering at the Federal University of Paraíba (UFPB), during the internship at the Executive Management of Planning and Projects (GEPP) of the Company of Water and Wastewater of Paraíba (CAGEPA). The GEPP is the sector responsible for the elaboration of projects of reforms, extensions and new structures that will benefit the local population regarding water supply and sanitary sewage. For such interventions, it is also necessary to design electrical projects of low and medium voltage, which, with the supervision of the Electrical Engineer Dailton Uchôa Leite, became the activities assigned to the intern. During the internship period, many electrical projects were carried out, due to this, this work will only address the procedures performed in the elaboration of the Water Supply System project of the city of Paulista, located in the interior of the state of Paraíba. For these activities, the AUTOCAD® and Microsoft Office software were used.

Keywords: CAGEPA. Electrical projects. AUTOCAD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Sede da CAGEPA.....	14
Figura 1-2. Gerências regionais da CAGEPA.	15
Figura 2-1. Exemplo de parte de um projeto elétrico de baixa tensão residencial....	20
Figura 2-2. Exemplo de parte de um projeto de média tensão (planta de locação)..	22
Figura 3-1. Localização da cidade de Paulista na Paraíba.	25
Figura 4-1. Tipos de linhas elétricas.	33
Figura 4-2. Planta de locação do terreno.	31
Figura 4-3. Legendas para símbolos utilizados na planta de locação.	42
Figura 4-4. Planta baixa da Casa de Química.	43
Figura 4-5. Legendas para símbolos utilizados na planta da Casa de Química.	44
Figura 4-6. Planta baixa da EEAT.	45
Figura 4-7. Legendas para símbolos utilizados na planta da EEAT.	46
Figura 4-8. Diagrama unifilar.	47
Figura 4-9. Especificação técnica do QGBT.	49
Figura 5-1. Prancha de locação de localização da ETA de Paulista.....	53
Figura 5-2. Detalhe do ramal de entrada e da medição.....	54
Figura 5-3. Diagrama unifilar.	55
Figura 5-4. Diagrama unifilar (continuação).	56
Figura 5-5. Detalhamento da caixa de inspeção do aterramento.	57
Figura 5-6. Afastamento mínimo de segurança.	58
Figura 5-7. Detalhe da caixa de medição padrão Energisa.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1.. Resumo das cargas da instalação.	29
Tabela 4-2. Divisão dos circuitos da ETA.	30
Tabela 4-3. Temperaturas máximas características dos condutores.....	33
Tabela 4-4. Fatores de correção para temperaturas ambientes e do solo.	35
Tabela 4-5. Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.	35
Tabela 4-6. Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo com resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W.....	36
Tabela 4-7. Seção reduzida do condutor neutro.	36
Tabela 4-8. Seção mínima do condutor de proteção.	37
Tabela 4-9. Diâmetros externos e área total para cabos com isolamento em PVC.....	39
Tabela 4-10. Dimensionamento eletroduto rígido roscável.....	39
Tabela 5-1. Características da subestação.....	51
Tabela 5-2. Lista de materiais para média tensão e medição.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Assinatura de Responsabilidade Técnica
BT	Baixa Tensão
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CCC	Capacidade de Condução de Corrente
CI	Carga Instalada
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
EPR	Borracha de etileno-propileno
ETA	Estação de Tratamento de Água
GC	Gerência de Custos
GEPP	Gerência Executiva de Planejamento e Projetos
MT	Média Tensão
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NDU	Norma de Distribuição Unificada
PVC	Policloreto de vinila
QCM	Quadro de Comando dos Motores
QD	Quadro de distribuição
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
R	Reservatórios
REL	Reservatório Elevado
SEIRHMACT	Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SOES	Subgerência de obras espinharas
SOLI	Subgerência de obras do litoral
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
XLPE	Polietileno reticulado

LISTA DE SIGLAS

V	Volts
W	Watts
IB	Corrente de projeto
IB _{1φ}	Corrente de projeto monofásica
P	Potência
φ	Ângulo para fator de potência
cos(φ)	Fator de potência
IB _{3φ}	Corrente de projeto trifásica
°C	Graus celsius
f_t	Fator de temperatura
f_a	Fator de agrupamento
f_r	Fator de resistividade
IB'	Corrente de projeto fictícia
CV	Cavalos
mm ²	Milímetros quadrados
η	Rendimento
A	Ampère
IZ	Capacidade de condução de corrente
B2	Eletroduto embutido em alvenaria
%	Porcentagem
D_i	Diâmetro interno do eletroduto
A_c	Área externa do condutor
f_e	Taxa de ocupação
mm	Milímetros
"	Polegadas
I_N	Corrente nominal do dispositivo
VA	Volt-ampère
#	Número de condutores
DaN	Resistência nominal do poste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	A Empresa	14
1.2	Objetivos do Estágio	16
1.2.1	Objetivos Gerais	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Organização do Documento	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Projeto de Instalações Elétricas	18
2.1.1	Projeto de Instalações Elétricas de Baixa Tensão	18
2.1.2	Projeto de Instalações Elétricas de Média Tensão	21
2.2	Conclusão	21
3	ATIVIDADES REALIZADAS	23
3.1	Introdução	23
3.2	O Estágio	23
3.3	Projeto Elétrico Desenvolvido	25
3.4	Conclusão	26
4	PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO	27
4.1	Introdução	27
4.2	Elaboração do projeto elétricos de BT	28
4.2.1	Previsão de Carga	28
4.2.2	Divisão dos Circuitos	29
4.2.3	Dimensionamento dos Condutores Elétricos	32
4.2.4	Dimensionamento dos Eletrodutos	38
4.2.5	Dimensionamento dos Disjuntores	40
4.2.6	Plantas Arquitetônicas e Diagramas Elétricos	41
4.3	Conclusão	49
5	PROJETO ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO	50
5.1	Introdução	50
5.2	Elaboração do projeto elétrico de MT	50
5.2.1	Descrição do projeto elétrico de média tensão	50
5.2.2	Pranchas do projeto de média tensão	52
5.2.3	Relação de materiais elétricos para projeto elétrico de média tensão	59
5.3	Conclusão	61

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
	ANEXOS	64
	APÊNDICES.....	67

1 INTRODUÇÃO

Este relatório tem como finalidade a apresentação das atividades realizadas durante o estágio realizado na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, mais conhecida pelo acrônimo CAGEPA. O estágio teve duração de quatorze meses, período esse em que foram desenvolvidas as atividades aqui relatadas. Elas foram relacionadas à execução de projetos elétricos de baixa e média tensão e a visitas técnicas, quando possível, em instalações da empresa para contribuir com a eliminação de dúvidas relacionadas ao projeto e para evitar falhas em sua elaboração. A princípio, é realizada uma apresentação da empresa e do setor onde o estágio foi realizado; posteriormente, a teoria relacionada às instalações elétricas é exposta e, finalmente, as atividades praticadas pelo estagiário são descritas.

1.1 A Empresa

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) foi fundada em 31 de dezembro de 1966, ela tem sede na cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba, conforme ilustração da Figura 1-1 e se encontra vinculada à Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia (SEIRHMACT). A empresa é responsável pelo planejamento, execução e operação de serviços como saneamento básico, captação, adução, tratamento e distribuição de água e coleta de esgotos. Presente em 219 municípios, a CAGEPA fornece água a uma população urbana de 2.841.101 e atende a 880.253 pessoas com o serviço de esgotamento sanitário (CAGEPA, 2018).

Figura 1-1. Sede da CAGEPA.



Fonte: Autoria própria.

São seis as gerências regionais espalhadas pelo Estado da Paraíba, elas foram criadas devido a uma política de descentralização, que tem como objetivo conceder autonomia na tomada de decisões e fortalecer a administração dos recursos hídricos na sua respectiva localidade. Na Figura 1-2 um mapa ilustra a nomenclatura das regionais e sua região de atuação, já o local onde se encontra a sede de cada uma delas é descrito a seguir.

- Regional do Litoral, com sede em João Pessoa;
- Regional do Brejo, com sede em Guarabira;
- Regional da Borborema, com sede em Campina Grande;
- Regional das Espinharas com sede em Patos;
- Regional do Rio do Peixe com sede em Sousa;
- Regional do Alto Piranhas com sede em Cajazeiras.

Figura 1-2. Gerências regionais da CAGEPA.



Fonte: SITE DA CAGEPA (2018).

O estágio supervisionado foi desempenhado especificamente na Gerência Executiva de Planejamento e Projetos (GEPP), localizada na Unidade Sede, bairro de Jaguaribe em João Pessoa-PB, fazendo parte, portanto, da Regional do Litoral. Seu corpo de colaboradores é basicamente formado por um gerente, dois subgerentes, cinco engenheiros civis, um engenheiro eletricista, quatro técnicos, dois desenhistas, que juntos são responsáveis por elaborar projetos, fornecer

pareceres técnicos, desenhar estruturas utilizadas pela CAGEPA, entre outras atividades.

Com uma carga horária de vinte horas semanais, o estágio concentrou-se em um turno diário. Por questões de flexibilidade, a CAGEPA permite a escolha do melhor horário de trabalho para o estagiário, sendo o expediente das 07:30h às 11:30h utilizado com maior frequência.

A maior parte das atividades realizadas durante o estágio demandaram um bom conhecimento do *software* AUTOCAD®. Este *software* é uma importante ferramenta utilizada no setor de Projetos da CAGEPA devido sua praticidade na elaboração de desenhos 2D e 3D. Para os propósitos de instalações elétricas dos projetos produzidos pela GEPP, as plantas em 2D já são suficientes para a elaboração de um satisfatório projeto elétrico de baixa ou média tensão. Por isso, a experiência no uso da ferramenta AUTOCAD® adquirida na disciplina de Instalações Elétricas do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba foi de importante valor nesta experiência de trabalho.

1.2 Objetivos do Estágio

Antes de discorrer sobre os fundamentos teóricos relacionados às instalações elétricas e de expor as atividades realizadas durante o estágio, torna-se necessário definir os objetivos gerais e específicos.

1.2.1 Objetivos Gerais

Elaboração de projetos elétricos de baixa e média tensão, sob supervisão de um engenheiro eletricitista, visitas técnicas a instalações da CAGEPA com a finalidade de aprimorar os projetos a serem elaborados e conhecimento das atividades relacionadas à empresa.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os seguintes pontos podem ser destacados como objetivos específicos:

- Visitas às instalações para obter informações pertinentes aos projetos;

- Elaborar projetos elétricos de baixa e média tensão por meio do AutoCAD®, *software* utilizado na CAGEPA para desenvolvimento de atividades relacionadas a projetos;
- Elaborar memorial descritivo e planilha quantitativa de materiais.

1.3 Organização do Documento

Este relatório encontra-se dividido em seis capítulos. No **Capítulo dois** é apresentado uma fundamentação teórica no âmbito de instalações elétricas, assim como as normas que as regem. O **Capítulo três** traz as principais atividades desenvolvidas pelo autor durante o período de estágio, já no **Capítulo quatro** expõem-se as elaborações dos projetos elétricos de baixa tensão. O **Capítulo cinco** traz todos os detalhes do projeto de média tensão para a Estação de Tratamento de Água de Paulista-PB e o **Capítulo 6** as conclusões deste processo de aprendizado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será fornecido o referencial teórico utilizado como base para validação das atividades exercidas durante o estágio. Dessa maneira, apresenta-se um embasamento bibliográfico com o objetivo de fornecer ao leitor uma compreensão mais refinada a respeito do tema.

2.1 Projeto de Instalações Elétricas

Um projeto deve apresentar uma previsão por escrito da instalação e trazer um detalhamento da instalação elétrica, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, percurso dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores etc. (CREDER, 2016). Um projeto elétrico tem como finalidade, ao final da sua execução, possibilitar a transferência de energia elétrica de uma fonte, geralmente da rede de distribuição da concessionária, até as cargas (pontos de luz, tomadas, motores etc). Para que essa transferência ocorra de maneira segura e satisfatória é necessário a observância das normas técnicas cabíveis.

Projetos de baixa e média tensão são algumas das nomenclaturas utilizadas para os projetos elétricos. Eles são classificados a partir do nível de tensão que a unidade consumidora será atendida. Serão abordados esses dois tipos de projetos elétricos na fundamentação teórica, já que no período de estágio houve a necessidade de um conhecimento dos conceitos relacionados às instalações elétricas para embasar as atividades realizadas na CAGEPA. A seguir, serão explanadas as principais características referentes aos projetos de baixa e média tensão.

2.1.1 Projeto de Instalações Elétricas de Baixa Tensão

Para quaisquer projetos de instalações elétricas de baixa tensão são necessárias certas condições de segurança e conforto. Esses requisitos só serão bem atendidos a partir da definição de como a energia elétrica será levada da rede de distribuição da concessionária de energia elétrica ao consumidor.

As instalações de baixa tensão (BT) podem ser alimentadas de diversas formas (COTRIM, 2009):

- Diretamente por uma rede de distribuição pública de baixa tensão, por intermédio de um ramal de serviço: é o caso de residências (casas), prédios residenciais e comerciais ou industriais de pequeno porte.
- De uma rede de distribuição de alta tensão (AT), por meio de uma subestação ou de um transformador exclusivo, de propriedade da concessionária. Que é o que acontece em instalações residenciais e comerciais.
- A partir de uma rede de distribuição de alta tensão, por meio de uma subestação de propriedade do consumidor; caso típico de edificações industriais e comerciais de médio e grande portes.
- Por fonte autônoma, como é o caso de instalações de segurança ou de instalações situadas fora de zonas servidas por concessionárias.

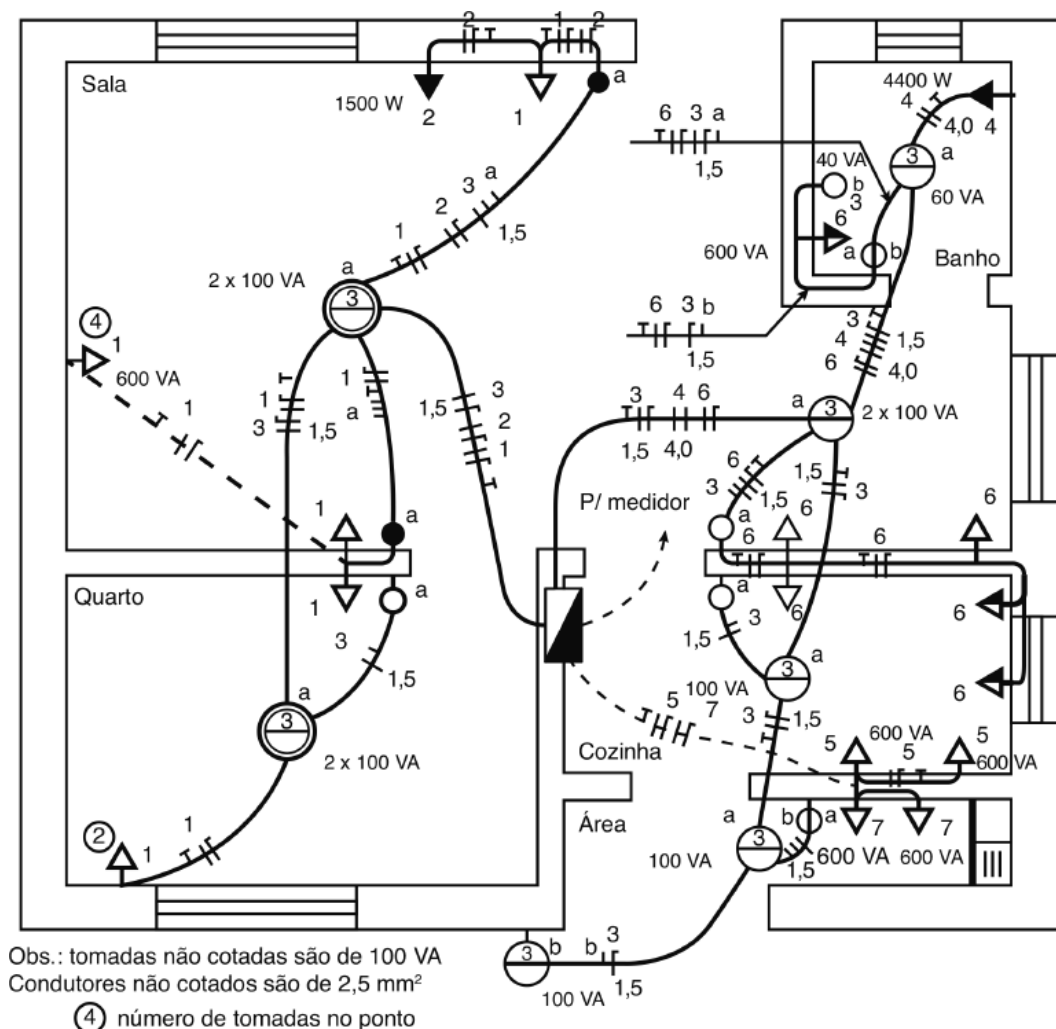
Os projetos elétricos de baixa tensão são regidos pela NBR-5410:2004, norma ABNT responsável por estabelecer as condições que devem satisfazer a esses tipos de instalações. Para isso, foi definido por ela que circuitos elétricos sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em CA (corrente alternada) ou 1500 V em CC (corrente contínua) e com frequências inferiores a 400 Hz devem ser designadas de baixa tensão. No entanto, concessionárias responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica como, por exemplo, a ENERGISA Paraíba, além de considerar o nível de tensão de 220 V (fase-neutro) e 380 V (fase-fase), ela realiza o fornecimento para uma instalação elétrica de energia em baixa tensão, ou BT, somente para unidades consumidoras individuais que apresentarem potência instalada inferior ou igual a 75 kW e no caso de edificações com múltiplas unidades consumidoras as que apresentarem demanda máxima igual ou inferior a 272 kW, segundo as normas de distribuição unificada (NDU 001 e 003), que descrevem todas as condições gerais de fornecimento de energia elétrica em baixa tensão.

Um projeto elétrico é basicamente constituído de plantas arquitetônicas e documentos (GOMES, 2011). Logo a seguir são listados os documentos que são partes componentes de quaisquer projetos elétricos e na Figura 2-1 apresenta-se uma planta arquitetônica com parte de um projeto elétrico de baixa tensão residencial.

- ART (Assinatura de Responsabilidade Técnica).
- Carta de solicitação de aprovação à concessionária.
- Memorial descritivo.

- Memorial de cálculo (cálculo da demanda, dimensionamento dos condutores, dimensionamento dos condutos, dimensionamento das proteções).
- Plantas (planta de situação, planta de pavimentos).
- Esquemas verticais (prumadas).
- Quadros (quadros de distribuição de cargas, diagramas multifilares ou unifilares).
- Detalhes (entrada de serviço, caixa seccionadora, centros de medição, caixas de passagem, aterramentos, entre outros).
- Especificações técnicas.

Figura 2-1. Exemplo de parte de um projeto elétrico de baixa tensão residencial.



Fonte: CREDER (2016).

2.1.2 Projeto de Instalações Elétricas de Média Tensão

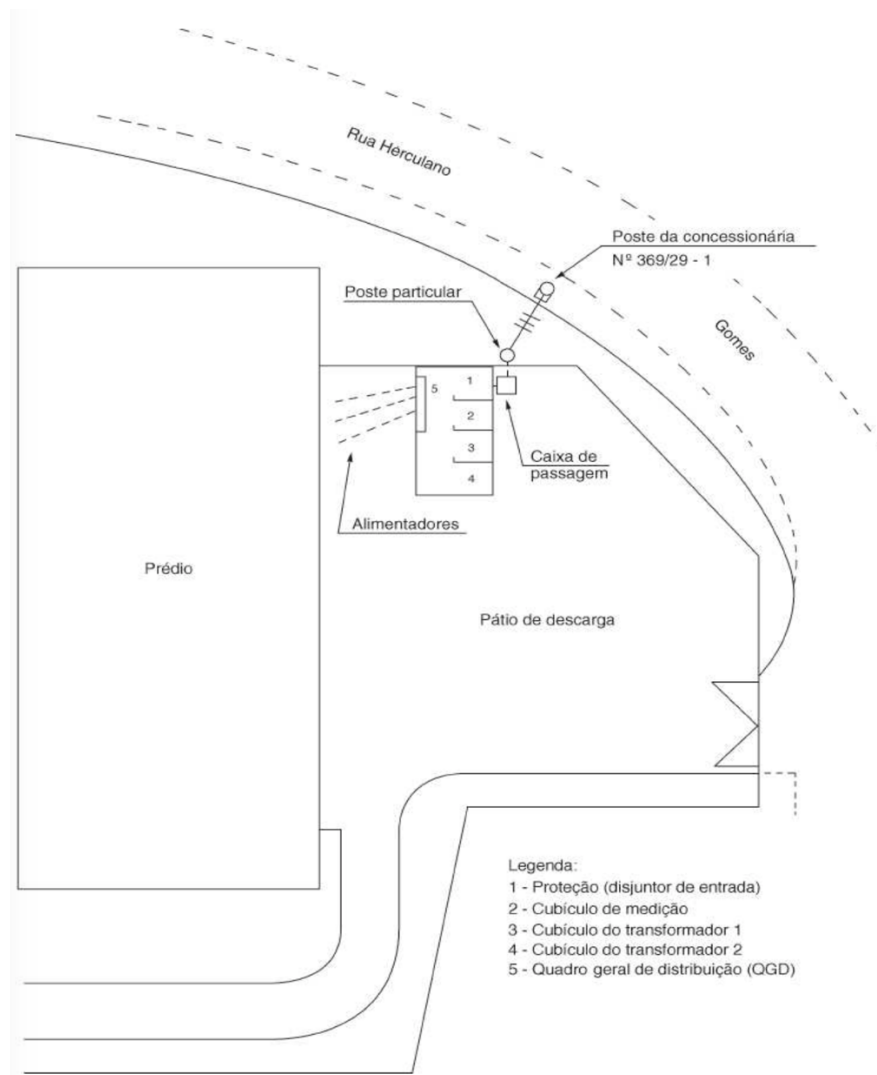
Por se tratar de projetos que lidam com tensões de até 36,2 kV, um projeto elétrico de média tensão é de grande responsabilidade devido ao alto risco de morte em caso de falhas. Ele deve ser realizado por profissionais e empresas habilitadas experientes e que possuam um vasto conhecimento das normas e procedimentos vigentes da concessionária de energia elétrica.

Os projetos de média tensão são regidos pela NBR 14039:2004, esta norma estabelece que circuitos com tensão nominal de 1 kV a 36,2 kV, à frequência industrial (de forma a garantir segurança e continuidade de serviço) devem ser colocados nesta categoria. Além de considerar os níveis de tensão adequados para este tipo de instalação elétrica por meio da norma ABNT NBR 14039:2004, as concessionárias responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica levam em conta também suas normas e procedimentos como, por exemplo, a ENERGISA, que possui a Norma de Distribuição Unificada 002 (NDU 002). Essa norma determina o fornecimento de energia elétrica em média tensão, ou MT, somente para unidades consumidoras com carga instalada acima de 75 kW até 2500 kW de demanda. O fornecimento de energia deve ser em tensão primária, que para o caso da Paraíba equivale a 13,8 kV ou 34,5 kV. Para este tipo de ligação, a construção de uma subestação abaixadora em conformidade com a norma se torna necessária. A Figura 2-2 ilustra uma parte de um projeto de média tensão como exemplo.

2.2 Conclusão

Neste capítulo foram abordados temas relevantes para projetos elétricos de baixa e média tensão, especialmente para aqueles direcionados à Energisa Paraíba. As utilizações das normas técnicas, assim como os conceitos vistos durante o curso de graduação em Engenharia Elétrica, tornaram-se aliados importantes para o desenvolvimento destes projetos ao longo da vigência do estágio.

Figura 2-2. Exemplo de parte de um projeto de média tensão (planta de locação).



Fonte: CREDER (2016).

3 ATIVIDADES REALIZADAS

3.1 Introdução

Neste capítulo, as atividades realizadas durante o estágio exercido na CAGEPA serão dissertadas. Será explanado com mais detalhe um projeto elétrico de baixa e média tensão desenvolvido para a Estação de Tratamento de Água (ETA), localizada no município de Paulista, sertão da Paraíba. Os valores para o dimensionamento tanto dos componentes de baixa tensão quanto para os de média tensão serão explicados e demonstrados segundo a teoria de instalações elétricas e de acordo com as normas brasileiras vigentes para este tipo de projeto.

3.2 O Estágio

Quando o estágio foi iniciado, propôs-se primeiramente uma ambientação, quando foi passado ao estagiário projetos elétricos já realizados pela equipe. Nesse período foi possível se familiarizar com a maneira de como os projetos são elaborados na GEPP, o que se tornou uma importante etapa, já que os tipos de instalações que sofrem melhorias a partir de projetos elétricos na empresa foram conhecidos antes que qualquer outro trabalho fosse realizado.

As elaborações de projetos elétricos de baixa e média tensão são as principais atribuições da equipe formada por um engenheiro eletricitista e dois estagiários de engenharia elétrica. As instalações da CAGEPA que sofreram intervenções por meio de projetos elétricos durante a vigência do estágio foram: Estações Elevatórias de Esgotos (EEE), Estações de Tratamento de Água (ETA) e Reservatórios (R). Ainda foram realizados projetos elétricos para melhorias das salas da Gerência Executiva de Planejamento e Projetos (GEPP) e Gerência de Custos (GC) e um projeto elétrico de baixa tensão para o novo prédio da sede da Subgerência de Obras do Litoral - SOLI.

Geralmente, os projetos de média tensão são realizados pelo engenheiro eletricitista responsável e, sob a sua supervisão, os projetos de baixa tensão são realizados pelos estagiários. Vale ressaltar que também houve projetos de média tensão elaborados pelo estagiário. A seguir são listados todos os projetos elaborados durante a vigência do estágio.

(a) Projetos de baixa tensão:

- EEE IV – Camará – Alagoa Grande – PB
- EEE – Jacumã – Conde – PB
- EEE I – Penha – João Pessoa - PB
- EEE II – Penha – João Pessoa - PB
- EEE II – José Américo – João Pessoa - PB
- EEE I – Cuiá – João Pessoa – PB
- EEE I – Seixas – João Pessoa – PB
- EEE IV – Valentina – João Pessoa – PB
- Booster do R-5 – São José dos Ramos – Itabaiana – PB
- Sistema de Abastecimento d'água – Vila Regina – Rio Tinto – PB
- EEE-4A – Camboinha – Cabedelo – PB
- R-1 – Diogo Velho – Centro – João Pessoa - PB
- R-11 – Cristo Redentor – João Pessoa

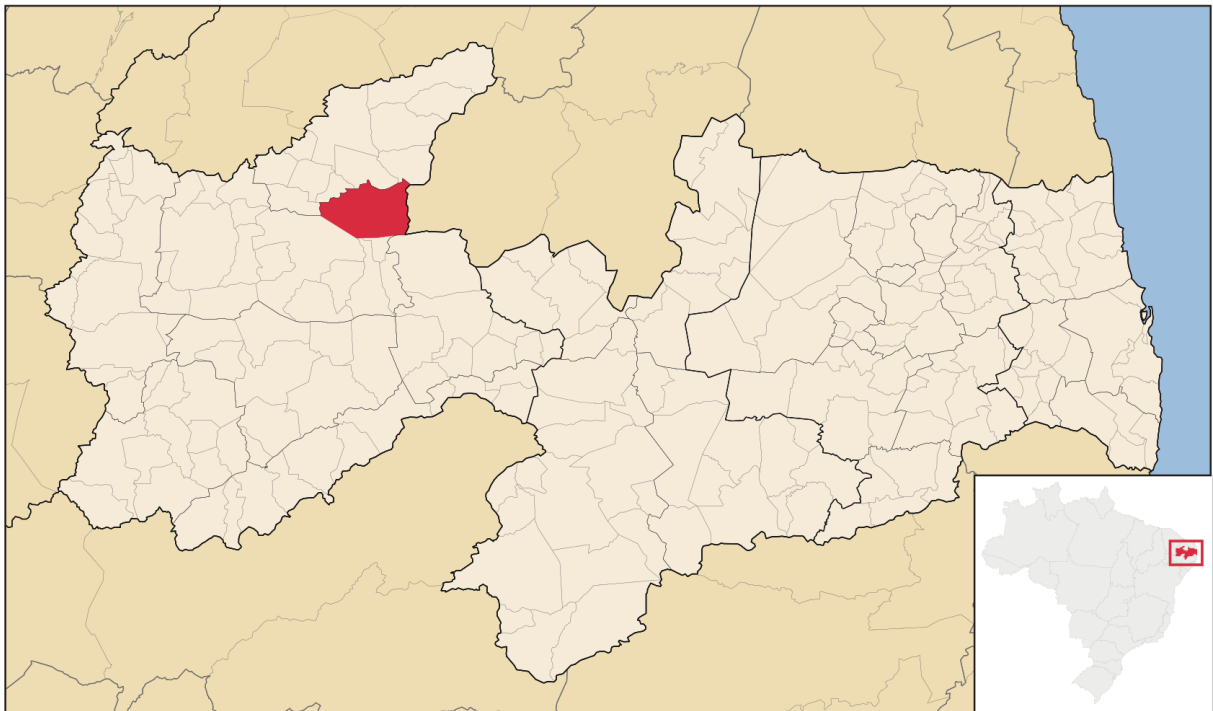
(b) Projetos de baixa tensão e média tensão:

- ETA – Itaporanga – PB
- ETA – Pedra Branca – PB
- ETA – Paulista – PB

Para se concluir um projeto elétrico, as tarefas realizadas passam por várias etapas, desde sua concepção, passando por sua elaboração e finalização. As principais informações para o desenvolvimento do projeto são passadas à gerência de planejamento e projetos por meio de processos/memorandos, posteriormente são encaminhados ao engenheiro eletricista que passa a discutir em conjunto com o estagiário sobre como aquele trabalho será desenvolvido. Após todas as discussões, o projeto em si é iniciado e realizado utilizando *softwares* como AutoCAD® e Microsoft Office®.

Na próxima seção, o projeto de uma ETA que irá beneficiar as cidades de Paulista e Vista Serrana é explicado em detalhes. A escolha desse projeto se deu por ele contemplar tanto a parte de baixa quanto a de média tensão, tendo participação efetiva do estagiário no seu desenvolvimento. Na Figura 3-1 ilustra-se a localização da cidade de Paulista-PB.

Figura 3-1. Localização do município de Paulista na Paraíba.



Fonte: ABREU (2006).

3.3 Projeto Elétrico Desenvolvido

Para projetos elétricos de baixa tensão desenvolvidos na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, as principais intervenções realizadas na parte interna das edificações são na iluminação, nas tomadas e no dimensionamento dos cabos e eletrodutos. Na parte externa do terreno são definidas as posições dos postes de iluminação, do poste auxiliar onde estará localizada a subestação (quando há projeto de média tensão), a necessidade de instalação de refletores e também o dimensionamento de cabos e eletrodutos.

Uma Estação de Tratamento de Água (ETA) é parte do sistema de abastecimento de água em que um conjunto de instalações e equipamentos são responsáveis por obter e fornecer água em condições padrões de qualidade à população (PEREIRA, 2011). Na ETA de Paulista, existirá uma edificação que abrigará a Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) e outra um reservatório elevado (REL), que contemplará a Casa de Química no térreo. Nas duas existirão instalações de iluminação interna, tomadas e motores monofásicos e trifásicos. Também existirá a instalação da iluminação externa, contemplando postes com

luminárias públicas e refletores. Todos os detalhes desse projeto serão descritos a seguir.

3.4 Conclusão

Neste capítulo foram discutidas as principais atividades realizadas pelo estagiário. Além do mais, foi detalhado o projeto a ser abordado neste relatório, ilustrando a localização do município beneficiado e os detalhes construtivos e elétricos da edificação que receberá a intervenção por meio de projeto elétrico.

4 PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO

4.1 Introdução

Para este projeto elétrico de baixa tensão da ETA no município de Paulista, duas novas edificações serão construídas, uma EEAT e um REL, que contemplará a Casa de Química. O projeto objetiva a instalação e conexão por cabos e eletrodutos dos seguintes equipamentos:

- Quadro de Medição - QM;
- Quadro Geral de Baixa Tensão – QGBT;
- Quadro de Distribuição – QD;
- Quadro de Comando dos Motores 1 – QCM-1 – Dois conjuntos Motor-Bomba de 25 CV cada, sendo um operando e outro reserva;
- Quadro de Comando dos Motores 2 – QCM-2 – Dois conjuntos Motor-Bomba de 10 CV cada, sendo um operando e outro reserva;
- Doze conjuntos Motor-Bomba de 1 CV, sendo seis operando e seis reservas.
- Iluminação interna e tomadas da Casa de Química e EEAT;
- Iluminação Externa.

O projeto elétrico também é contemplado pelo memorial descritivo, documento este que descreve em todos os detalhes as necessidades da instalação, os cálculos e desenhos (plantas) arquitetônicas. Para a elaboração deste projeto, os seguintes itens foram desenvolvidos:

- Quadro de Cargas e Potência por Circuito;
- Diagrama Unifilar;
- Projeto Elétrico de Baixa Tensão – Área Externa;
- Projeto Elétrico de Baixa Tensão – Área Interna – Casa de Química;
- Projeto Elétrico de Baixa Tensão – Área Interna – EEAT;
- Lista Completa de Materiais;
- Especificação do QGBT;
- Especificação do QD;
- Especificação da Chave de Partida Direta;
- Especificação Técnica do QCM-1;
- Especificação Técnica do QCM-2.

4.2 Elaboração do projeto elétricos de BT

Antes de dar início à elaboração de um projeto elétrico, é necessário levantar o quantitativo de cargas a serem instaladas na edificação e no terreno. Por meio de um processo/memorando originário da Subgerência de Obras Espinharas (SOES), o quantitativo de iluminação interna, tomadas, motores monofásicos e trifásicos foi descrito. A planta arquitetônica, trazendo com ela o posicionamento das luminárias, refletores, tomadas, motores e postes, bem como o posicionamento de todos os quadros a serem utilizados também foi disponibilizada pela SOES.

Com todas as informações necessárias e o projeto arquitetônico em mãos, pode-se dar início ao desenvolvimento do projeto elétrico definindo, segundo as normas vigentes, a divisão dos circuitos, o dimensionamento dos cabos, eletrodutos, disjuntores e demanda da instalação.

4.2.1 Previsão de Carga

Com o objetivo de determinar a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação, a previsão de cargas torna-se necessária. Cada aparelho de utilização ou dispositivo elétrico solicita da rede uma determinada potência para o seu perfeito funcionamento, a qual é solicitada da rede de energia elétrica da concessionária ou de qualquer outro tipo de fonte independente, como por exemplo, geradores (CAVALIN e CERVELIN, 2010).

Como discutido previamente, foi definido pela SOES as cargas para a ETA, ilustradas na Tabela 4-1.

Para uma previsão de carga de 35,322 kW, a NDU 001 determina que o consumidor seja atendido por uma ligação trifásica a 4 fios (3 fases + neutro). A norma também define que a unidade consumidora que possua soma das potências dos motores elétricos maior que 30 CV (ou HP) deve ser atendida em média tensão, que é o caso da ETA de Paulista. A potência do transformador escolhida foi de 45 kVA, em que todos os cálculos e definições serão mostrados Capítulo 5, quando será abordado o projeto de média tensão.

4.2.2 Divisão dos Circuitos

Para a NBR 5410/2004, a divisão da instalação em circuitos deve servir para atender exigências de segurança, de conservação de energia, de funcionalidade, de produção e de manutenção. Essa divisão também traz vantagens no que tange ao dimensionamento dos cabos, pois é possível diminuir sua seção transversal, possibilita a utilização de dispositivos de proteção com menor capacidade nominal e facilita a enfição dos condutores e as ligações nos terminais dos equipamentos (CAVALIN e CERVELIN, 2010).

Tabela 4-1.. Resumo das cargas da instalação.

	EEAT	Casa de Química	Parte Externa
Iluminação	8 Lâmpadas fluorescentes de 40 W cada	8 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W cada	2 Refletores de Vapor de Mercúrio de 250 W 6 Lâmpadas Vapor de Mercúrio – 125 W
Tomadas de Uso Geral	4 Tomadas de Uso Geral de 200 VA cada	11 Tomadas de Uso Geral de 200 VA cada	X
Motores Trifásicos	2 Motores Trifásicos de 25 CV (1 Operando e 1 Reserva) 2 Motores Trifásicos de 10 CV (1 Operando e 1 Reserva)	12 Motores Trifásicos de 1 CV (6 Operando e 6 Reserva)	X
Previsão de Carga Instalada		35322 W	

Autoria própria.

Outra recomendação da NBR 5410/2004 é que circuitos terminais devem ser separados pela função dos equipamentos que eles alimentam, como por exemplo, circuitos de iluminação não devem dividir o mesmo circuito de tomadas.

Os circuitos elétricos da ETA de Paulista foram divididos conforme ilustrado na Tabela 4-2 e seguindo as recomendações da NBR 5410/2004. Para a iluminação externa foram consideradas também as potências dos reatores das lâmpadas e dos refletores de vapor de mercúrio. Observa-se que o Quadro Geral de Baixa Tensão serve para alocar os circuitos de iluminação interna, iluminação externa e tomadas de uso geral da Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT). Além disso, os condutores que alimentarão as cargas instaladas no Quadro de Distribuição (QD),

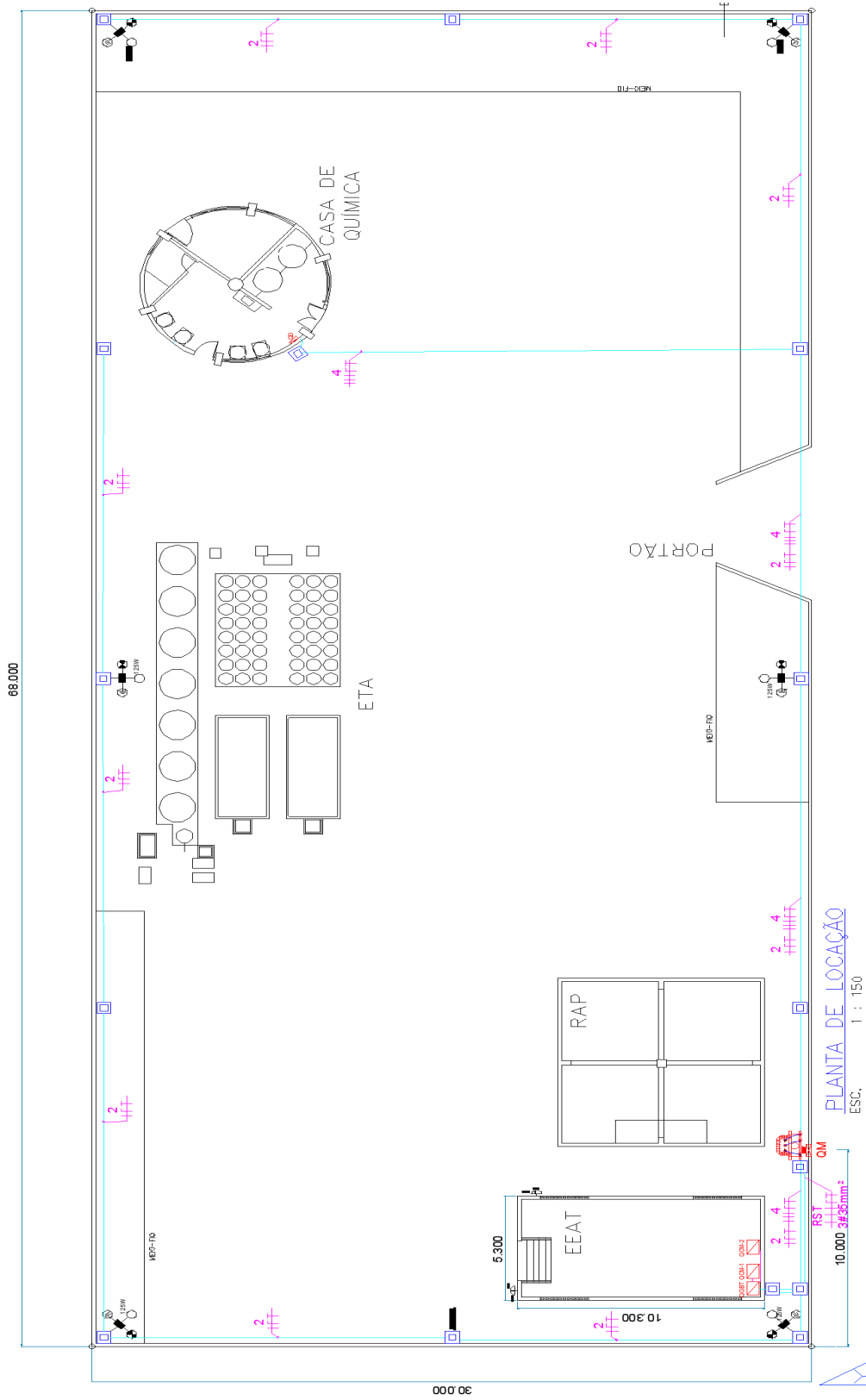
no QCM-1 e no QCM-2 partem do QGBT. É importante mencionar que o QGBT, QCM-1, QCM-2 e os motores trifásicos de 25 e 10 CV estarão localizados na edificação da EEAT. Já o QD e os motores trifásicos de 1 CV serão instalados na Casa de Química. A planta baixa completa do projeto elétrico é apresentada na Figura 4-1, o que leva a uma melhor compreensão da localização de cada equipamento mencionado acima.

Tabela 4-2. Divisão dos circuitos da ETA.

	Número do Circuito	Descrição do Circuito	Quantidade	Potência (W)
QGBT	1	Iluminação Interna - EEAT	8	320,00
	2	Iluminação Externa	8	1554,00
	3	TUGs - EEAT	4	736,00
	4	Condutor para QD	-	6912,00
	5	Condutor para QCM-1	-	18400,00
	6	Condutor para QCM-2	-	7400,00
	Distribuição	Alimentação QGBT	-	35322,00
QCM-1	7	Motor Trifásico 25 CV (Vista Serrana - EEAT)	1 Opera	18400,00
	8		1 Reserva	
QCM-2	9	Motor Trifásico 10 CV (Paulista - EEAT)	1 Opera	7400,00
	10		1 Reserva	
QD	11	Iluminação Interna - Casa de Química	8	472,00
	12	TUGs - Casa de Química	11	2024,00
	13	Motor Trifásico 1 CV (TINA-1 Cloro - Casa de Química)	1 Opera	736,00
	14		1 Reserva	
	15	Motor Trifásico 1 CV (TINA-2 Cloro - Casa de Química)	1 Opera	736,00
	16		1 Reserva	
	17	Motor Trifásico 1 CV (TINA-1 Barrilha - Casa de Química)	1 Opera	736,00
	18		1 Reserva	
	19	Motor Trifásico 1 CV (TINA-2 Barrilha- Casa de Química)	1 Opera	736,00
	20		1 Reserva	
	21	Motor Trifásico (TINA-1 Sulfato de Alumínio - Casa de Química)	1 Opera	736,00
	22		1 Reserva	
	23	Motor Trifásico (TINA-2 Sulfato de Alumínio - Casa de Química)	1 Opera	736,00
	24		1 Reserva	

Fonte: Autoria própria.

Figura 4-1. Planta de locação do terreno.



Fonte: Autoria própria.

4.2.3 Dimensionamento dos Condutores Elétricos

Para os projetos elétricos que são desenvolvidos na CAGEPA, a seção dos condutores é determinada por dois critérios que devem ser atendidos, são eles: (a) seção mínima, (b) capacidade de condução de corrente. A seguir, haverá uma explanação sobre cada um deles e sua utilização no projeto desenvolvido.

(a) Critério da Seção Mínima

O critério da seção mínima define que para condutores de fase, em circuitos de corrente alternada, e dos condutores vivos, em circuito de corrente contínua, não devem ser menores que os valores apresentados na NBR 5410/2004. Ela define, por exemplo, que a seção mínima de um condutor para circuitos de iluminação não pode ser menor que 1,5 mm² e para tomadas 2,5 mm².

(b) Critério da Capacidade de Condução de Corrente

A aplicação do método da capacidade de condução de corrente passa primeiramente pela determinação da corrente dos circuitos terminais e de distribuição. A corrente de projeto (IB) é calculada por intermédio dos valores da potência ativa (W), tensão (V) e fator de potência das cargas (cos (φ)). A Equação (1) mostra a expressão a ser utilizada para circuitos monofásicos e Equação (2) para os circuitos trifásicos. Essa corrente calculada é mostrada no quadro de cargas apresentado no APÊNDICE A.

$$IB_{1\phi} = \frac{P}{V * \cos(\varphi)} \quad (1)$$

$$IB_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\varphi)} \quad (2)$$

A NBR 5410/2004 diz que o critério da capacidade de condução de corrente tem como objetivo garantir condições satisfatórias de funcionamento aos condutores, bem como garantir-lhes uma longevidade quando submetidos aos efeitos térmicos oriundos da circulação de corrente durante longos períodos em serviço normal. A Tabela 4-3 traz as informações dos valores máximos de

temperatura suportados por condutores com isolamento de policloreto de vinila (PVC), borracha de etileno-propileno (EPR) e polietileno reticulado (XLPE).

Tabela 4-3. Temperaturas máximas características dos condutores.

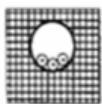
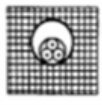
Tipos de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno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

Fonte: Adaptado da NBR 5410/2004.

Para que a corrente conduzida pelo condutor durante períodos prolongados em funcionamento normal não ultrapasse a temperatura de serviço contínuo do condutor, a corrente nos cabos e condutores dimensionada pelo projetista não deve ser superior à capacidade de condução de corrente fornecida pela NBR 5410/2004 para diversos tipos de linhas elétricas, conforme ilustrado no ANEXO I.

Para este projeto, utilizou-se cabos com isolamento de PVC para todos os circuitos e método de instalação de linhas elétricas B1 e B2 conforme Figura 4-2, que se referem, respectivamente, a condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria e cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.

Figura 4-2. Tipos de linhas elétricas.

7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2

Fonte: NBR 5410/2004.

A aplicação dos fatores de correção é outra etapa importante para realizar o dimensionamento dos condutores. Eles têm como objetivo adaptar cada caso às condições impostas pelas tabelas de capacidade de condução de corrente. Os três fatores de correção são o fator de temperatura (f_t), que considera o valor da temperatura do meio onde os condutores serão instalados, o fator de agrupamento (f_a), que é um fator aplicável quando há vários circuitos instalados em um mesmo eletroduto e o fator de resistividade térmica do solo (f_r), utilizado em linhas subterrâneas, caso a resistividade térmica do solo seja diferente de 2,5 K.m/W. As Tabelas 4-4, 4-5 e 4-6 trazem as informações referentes a cada um dos fatores citados acima.

Para este projeto, o valor do fator f_r considerado foi o valor normatizado para uma resistividade de 2,5 km/w, que equivale a 1 (um). O valor do fator de agrupamento de circuitos, f_a , seguiu as informações contidas na Tabela 4-5, considerando a forma de agrupamento dos condutores em feixe; ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado. No que diz respeito ao fator de temperatura (f_t), o valor escolhido foi 0,94, valor esse retirado da Tabela 4-4 para uma temperatura ambiente de 35°C e condutor em PVC.

Deste modo, baseado no que foi explanado acima, a corrente de projeto corrigida para circuitos monofásicos e trifásicos equilibrados, chamada comumente de corrente fictícia, é encontrada por intermédio da seguinte expressão:

$$IB' = \frac{IB}{f_r * f_a * f_t} \quad (3)$$

Da mesma forma, para circuitos trifásicos com quatro condutores carregados (desequilibrados), torna-se necessária a aplicação de um fator de 0,86, portanto, a corrente de projeto corrigida é expressada na Equação (4) (CAVALIN e CERVELIN, 2010).

$$IB' = \frac{IB}{0,86 * f_r * f_a * f_t} \quad (4)$$

De posse da corrente fictícia, as seções transversais dos cabos de fase são determinadas pelas tabelas da NBR 5410/2004 específicas para o método da capacidade de condução de corrente.

Tabela 4-4. Fatores de correção para temperaturas ambientes e do solo.

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Fonte: NBR 5410/2004.

Tabela 4-5. Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.

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

Fonte: NBR 5410/2004.

Tabela 4-6. Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo com resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W.

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

Fonte: Adaptado da NBR 5410/2004.

O dimensionamento do condutor neutro para circuitos monofásicos deve seguir a norma NBR 5410/2004. Ela diz que para esse tipo de circuito, os condutores do neutro terão a mesma seção transversal do condutor fase. Em circuitos trifásicos equilibrados e sem harmônicos, que possuam condutores fase com seção maior que 25 mm², os valores da Tabela 4-7, que foram retirados da NBR 5410/2004, são utilizados para o dimensionamento do cabo neutro.

Tabela 4-7. Seção reduzida do condutor neutro.

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

Fonte: Adaptado da NBR 5410/2004.

A seção transversal do condutor de proteção terá, segundo a norma NBR 5410/2004, a mesma seção do condutor fase para cabos dimensionados até 16 mm². A Tabela 4-8, retirada da NBR 5410/2004, ilustra essa situação.

Portanto, utilizando todas as premissas citadas acima, torna-se possível a construção do Quadro de Cargas e Potências por Circuito, ilustrado no APÊNDICE A.

A seguir, um exemplo do dimensionamento de um condutor será demonstrado. Observando a tabela do APÊNDICE A, o circuito escolhido para esta explicação foi o de número 7, que representa um motor trifásico de 25 CV (18400 W) com método de partida softstarter.

Tabela 4-8. Seção mínima do condutor de proteção.

Seção dos condutores de fase S (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: Adaptado da NBR 5410/2004.

Utilizando a Equação (2) obtêm-se a corrente de projeto (IB):

$$IB = \frac{18400}{\sqrt{3} * 380 * (0,92) * \eta}$$

Em que:

η representa o rendimento do motor e tem valor de 0,90. Assim:

$$IB = 33,76 A$$

Tendo encontrado a corrente de projeto (IB) e sabendo que os fatores de correção utilizados são: $f_r = 1$, $f_a = 1$ e $f_t = 0,94$, a corrente de projeto fictícia será calculada conforme a Equação (4):

$$IB' = \frac{33,76 A}{1 * 1 * 0,94} = 35,92 A$$

Após o cálculo da corrente fictícia, é preciso recorrer a tabela de CCC, ilustrada na Tabela 36 da NBR 5410 e reproduzida aqui neste relatório no ANEXO I, e encontrar a corrente imediatamente superior (IZ) ao valor da corrente fictícia para o material com isolamento em PVC e método de instalação do condutor multipolar em eletroduto embutido em alvenaria (B2). Portanto, a corrente IZ escolhida será de 46 A, o que leva a uma escolha de condutor com área de seção transversal de 10 mm². Para os condutores do neutro e proteção foram utilizadas as mesmas áreas de seção transversal do condutor fase, por estes obedecerem aos limites impostos pela norma e que estão descritos nas Tabelas 4-7 e 4-8. Este procedimento foi repetido para os demais casos.

4.2.4 Dimensionamento dos Eletrodutos

O dimensionamento dos eletrodutos é realizado a partir do cálculo do seu diâmetro interno. Os condutores são separados pela dimensão de sua seção transversal, determinando dessa maneira o número de condutores em cada trecho para cada área de seção transversal existente no eletroduto. Após isso, calcula-se a área total de ocupação para cada condutor fazendo o somatório das áreas ocupadas por cada um. Utiliza-se ainda o valor da taxa de ocupação, que serve para definir a área máxima a ser utilizada pelos condutores, incluindo seu isolamento. Esse valor é de 53% no caso de um condutor, 31% para o caso de dois condutores e 40% para o caso de três condutores no eletroduto. Desta forma, o diâmetro interno do eletroduto é calculado utilizando a Equação (5).

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \sum A_c}{f_e * \pi}} \quad (5)$$

Em que, D_i é o diâmetro interno do eletroduto, A_c é a área externa do condutor em mm^2 e f_e é a taxa de ocupação.

Os diâmetros externos para cabos com isolamento PVC e suas respectivas áreas de ocupação são mostrados na Tabela 4-9.

Em seguida ao cálculo do diâmetro interno do eletroduto, uma conexão entre esse resultado e sua cota deve ser realizado. A informação da cota pode ser verificada em tabelas disponíveis nos catálogos técnicos fornecidos pelos fabricantes. No caso da CAGEPA, essas informações foram retiradas do catálogo técnico da Tigre, como ilustrado na Tabela 4-10.

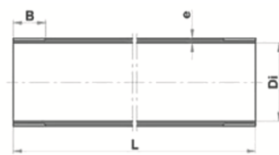
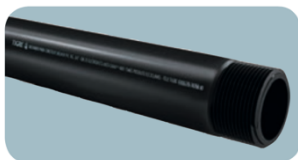
Tabela 4-9. Diâmetros externos e área total para cabos com isolamento em PVC.

Seção nominal (mm ²)	Isolação PVC	
	Diâmetro externo (mm)	Área total (mm ²)
FIOS		
1,5	2,5	6,2
2,5	3,4	9,1
4	3,9	11,9
6	4,4	15,2
10	5,6	24,6
CABOS		
1,5	3,0	7,1
2,5	3,7	10,7
4	4,2	13,8
6	4,8	18,1
10	5,9	27,3
16	6,9	37,4
25	8,5	56,7
35	9,5	71,0
50	11,5	104
70	13,5	133
95	15,0	177
120	16,5	214
150	18,5	269
185	20,5	330
240	23,5	434

Fonte: Modificado de CAVALIN e CERVELIN (2010).

Tabela 4-10. Dimensionamento eletroduto rígido roscável.

Eletroduto de PVC Rígido Roscável



DIMENSÕES (Pol/mm)

Cotas	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
B	13,2	14,5	16,8	19,1	19,1	23,4	26,7	29,8	35,8
e	2,2	2,3	2,7	2,9	3	3,1	3,8	4	5
Di	16,4	21,3	27,5	36,1	41,4	52,8	67,1	79,6	103,1
L	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Código	14021850	14021884	14021906	14021922	14021949	14021965	14021990	14022015	14022066

Fonte: Catálogo da Tigre.

Um exemplo do cálculo do dimensionamento de um eletroduto do projeto de Paulista-PB será demonstrado a seguir para um melhor entendimento. Escolheu-se o trecho que possui cabos de seção nominal de 10 mm^2 . A Tabela 4-9 indica que o diâmetro externo para esse tipo de condutor equivale a 5,9 mm, com área total de $27,3 \text{ mm}^2$. Segundo a tabela ilustrada no APÊNDICE B, são cinco o número de condutores, e por isso a área ocupada pelos condutores é:

$$A_c = 5 * 27,3 = 136,5 \text{ mm}^2$$

Aplicando a Equação (5) para uma taxa de ocupação de 40%, tem-se

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * 136,5}{0,4 * \pi}}$$

$$D_i = 20,84 \text{ mm}$$

Com a obtenção do diâmetro interno, consulta-se a tabela do fabricante, representada neste relatório pela Tabela 4-10, toma-se o diâmetro interno imediatamente superior ao D_i encontrado acima, que para este caso será 21,3, e sua cota finalmente é definida como sendo um eletroduto rígido roscável de $3/4$ " de diâmetro. Este procedimento é repetido para todos os outros trechos.

4.2.5 Dimensionamento dos Disjuntores

Disjuntores têm como objetivo efetuar a proteção elétrica do circuito, em virtude disso, seu dimensionamento precisa ser adequado. Para que haja uma boa coordenação entre os condutores vivos de um circuito e o dispositivo de proteção, a NBR 5410/2004 estabelece certas condições a serem cumpridas (CAVALIN e CERVELIN, 2010), são elas:

- 1) A corrente nominal do dispositivo de proteção, I_N , não pode ser inferior à corrente de projeto do circuito (IB), evitando assim a atuação do dispositivo quando o circuito estiver funcionando de forma normal. Assim:

$$IB \leq I_N$$

- 2) A corrente nominal do dispositivo de proteção, I_N , não pode ser superior à capacidade de condução de corrente (I_Z) do condutor multiplicado pelo fator de correção ($f_c = f_r * f_a * f_t$). Dessa forma, o dispositivo de proteção deve ficar “sobrecarregado” quando ocorrer uma sobrecarga no circuito.

$$I_N \leq I_Z * f_c$$

- 3) A corrente de atuação do dispositivo (I_2) deve ser inferior a 1,45 vezes a capacidade de condução de corrente do condutor.

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

Geralmente não há a necessidade de se verificar a condição (3), pois ela já é atendida. Assim sendo, as duas primeiras condições devem ser obedecidas obrigatoriamente.

A demonstração de como foram realizadas as escolhas dos disjuntores para cada circuito deste projeto é feita a partir dos dados retirados do circuito 7, ilustrado no APÊNDICE A. Para este circuito, tem-se uma corrente de projeto de 33,76 A, aplicando os fatores de correção, obtém-se a corrente de projeto fictícia de 35,92 A, responsável por determinar a área de seção nominal do cabo, escolhida de acordo com a tabela mostrada no ANEXO I retirada da NBR 5410/2004, é de 10 mm², que apresenta uma capacidade de condução de corrente de 46 A. Desta forma, o disjuntor deve ter corrente nominal maior que 33,76 A (I_B) e menor que $46 * f_c$, ou seja, 43,24 A, sendo escolhido para este caso um disjuntor de 40 A. Para os demais circuitos, os cálculos foram análogos a estes apresentados nesta seção.

4.2.6 Plantas Arquitetônicas e Diagramas Elétricos

Como mencionado no Capítulo 2, para a elaboração de um projeto elétrico torna-se necessário construir uma representação escrita/gráfica dos componentes projetados. Nesta seção, serão listados os itens que compõem um projeto elétrico elaborado pela GEPP na CAGEPA.

- Planta de Locação

A planta de locação é ilustrada na Figura 4-1 e traz detalhes da parte externa do terreno. Nela estão contidos a indicação de localização de cada edificação do terreno (EEAT e Casa de Química), o ponto de conexão com a rede pública (transformador de 45 kVA e Quadro de Medição), a indicação dos eletrodutos e condutores e as instalações elétricas projetadas para o terreno, como a iluminação externa. Para melhor identificação dos componentes ilustrados na Figura 4-1, a Figura 4-3 traz a legenda de cada item que se encontra na planta baixa de locação do terreno.

Figura 4-3. Legendas para símbolos utilizados na planta de locação.



OBS: -> TODOS OS CIRCUITOS QUE NÃO APRESENTAM INDICAÇÃO DE BITOLA APRESENTAM BITOLA DE 2,5 mm²










Fonte: Autoria própria.

- Casa de Química

A planta baixa da Casa de Química contendo toda instalação elétrica de BT é exposta na Figura 4-4. Nela, além de existirem os circuitos de iluminação interna e

de partida softstarter. Além do mais, se encontram na parte interna da estação elevatória três quadros, sendo dois quadros de comando de motores (QCM-1 e QCM-2) e o Quadro Geral de Baixa Tensão. Todos os itens descritos acima são ilustrados na Figura 4-6, na qual se encontra a planta baixa do prédio e a Figura 4-7 traz a legenda utilizada para definir cada símbolo utilizado na planta.

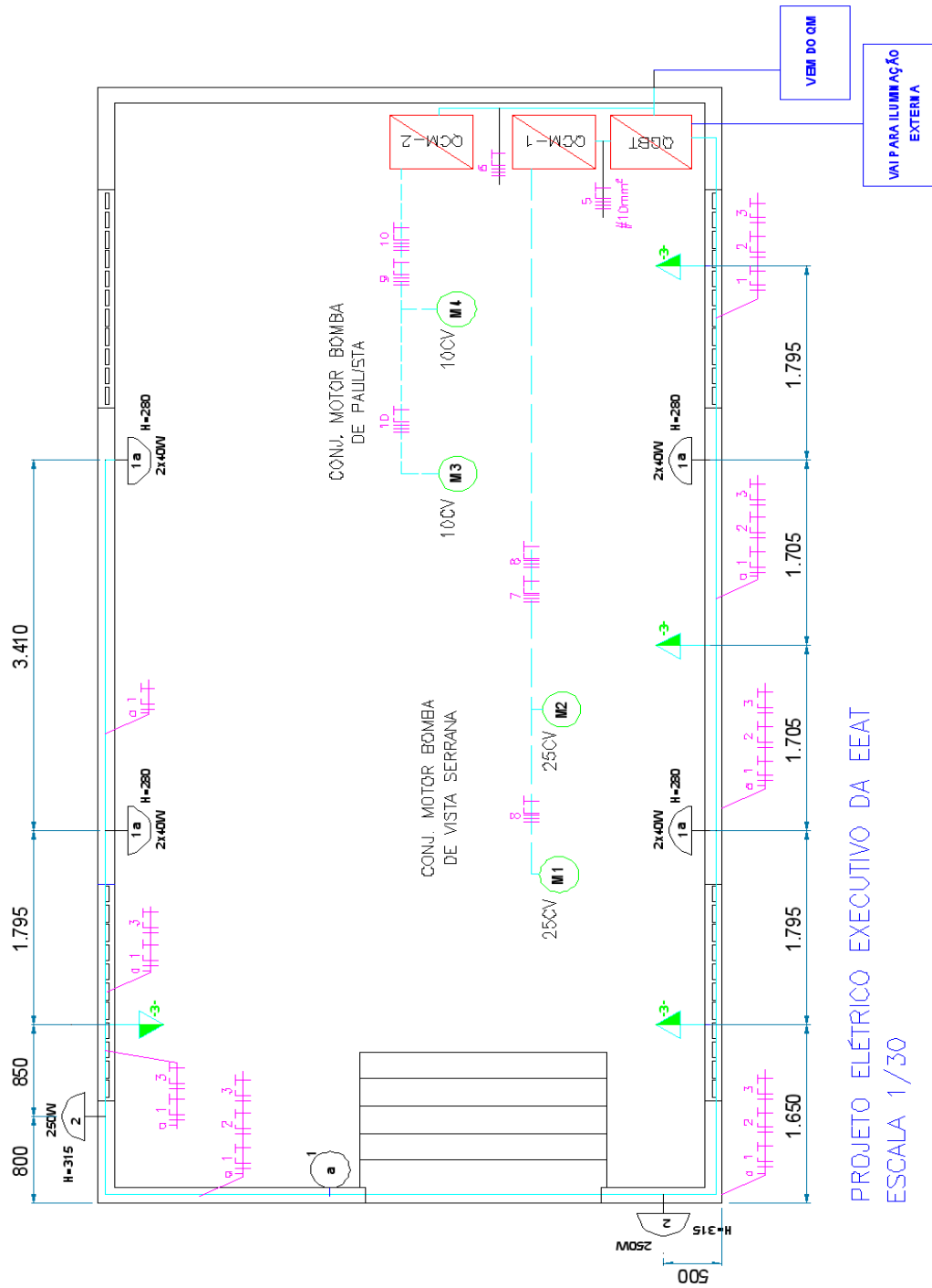
Figura 4-5. Legendas para símbolos utilizados na planta da Casa de Química.

	LUMINÁRIAS FLUORESCENTES 2X40WACIONADAS PERTENCENTES AO CIRCUITO 1 E ACIONADAS PELO RETORNO a
	INTERRUPTOR SIMPLES COM TOMADA F+N+T 10A (1,2m)
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (VER ANEXO F)
	TOMADA MÉDIA SIMPLES F+N+T 10A (1,2m)
	PONTO DE ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES - CHAVE PARTIDA DIRETA (VER ANEXO G)
	CIRCUITO TRIFÁSICO RST, NEUTRO E TERRA
	CIRCUITO MONOFÁSICO C(X), EM QUE "X" REPRESENTA O NÚMERO DO CIRCUITO - FASE - NEUTRO - TERRA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL EMBUTIDO NO PISO DE 1" DE DIAMETRO
	ELETRODUTO DE PVC FLEX EMBUTIDO NA PAREDE E TETO DE 32 mm DE DIAMETRO

OBS: -> TODOS OS CIRCUITOS QUE NÃO APRESENTAM INDICAÇÃO DE BITOLA APRESENTAM BITOLA DE 2,5 mm²












Fonte: Autoria própria.

Figura 4-6. Planta baixa da EEAT.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4-7. Legendas para símbolos utilizados na planta da EEAT.

	LUMINÁRIAS FLUORESCENTES 2X 40W ACIONADAS PERTENCENTES AO CIRCUITO 1 E ACIONADAS PELO RETORNO a
	REFLETOR COM LÂMPADA DE VAPOR DE MERCÚRIO DE 250 W COM FOTOCÉLULA
	INTERRUPTOR SIMPLES (1,2 m)
	QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO (VER ANEXO E)
	QUADRO DE COMANDO DE MOTORES (VER ANEXOS H e I)
	TOMADA MÉDIA SIMPLES F+N+T 10A (1,2m)
	CONJUNTO MOTOR BOMBA(1,2,3 e 4)
	CIRCUITO TRIFÁSICO RST, NEUTRO E TERRA
	CIRCUITO MONOFÁSICO C(x), EM QUE "X" REPRESENTA O NÚMERO DO CIRCUITO - FASE - NEUTRO - TERRA
	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO EMBUTIDO NO PISO DE 3/4" DE DIAMETRO
	ELETRODUTO DE PVC FLEX EMBUTIDO NA PAREDE E TETO DE 32 mm DE DIAMETRO

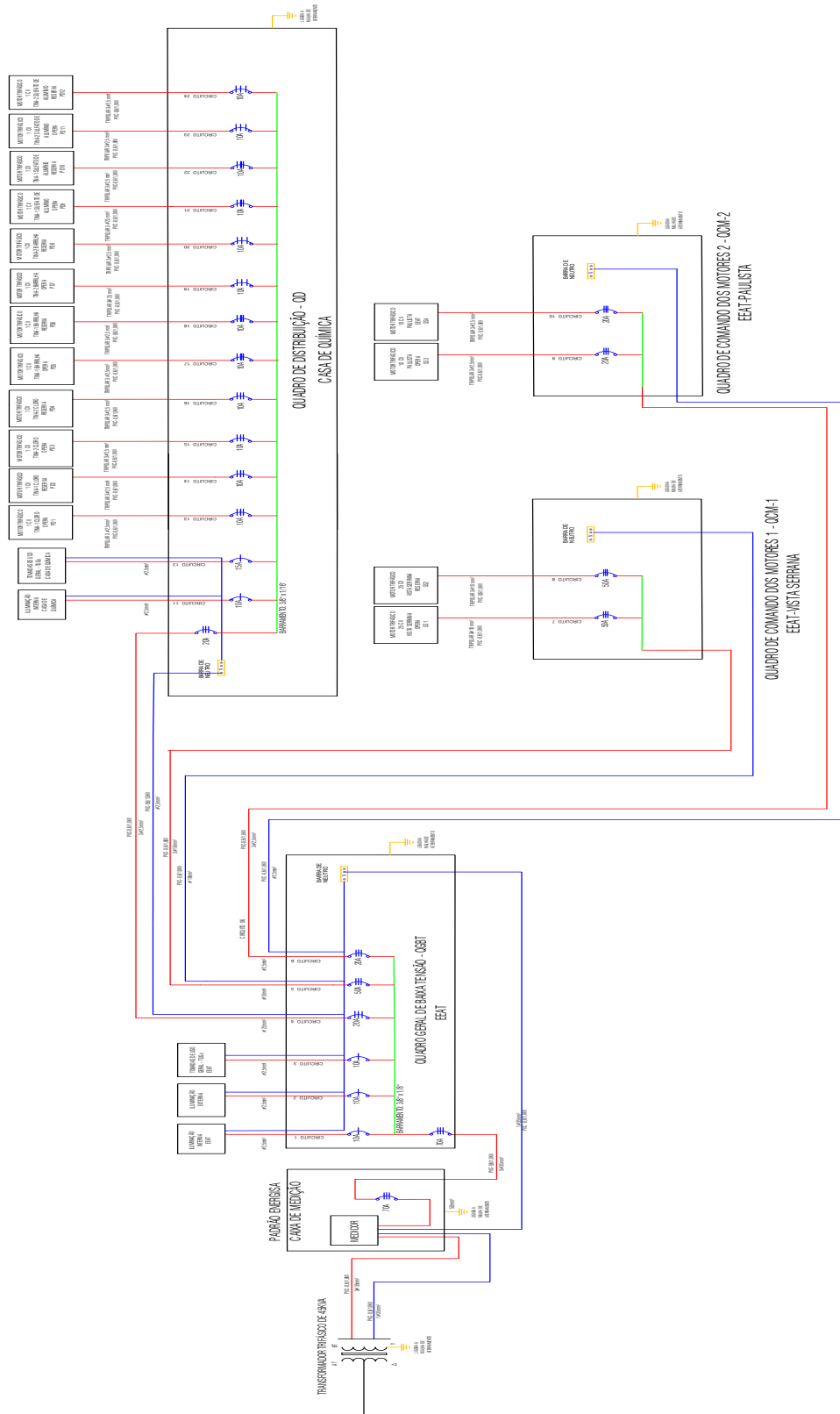
Fonte: Autoria própria.

- Diagrama unifilar de baixa tensão

Outro item importante na elaboração de um projeto elétrico são os diagramas elétricos. Eles têm como função a representação de uma instalação elétrica por meio de símbolos gráficos definidos por norma, podendo ser estabelecidos como multifilar ou unifilar. Diagramas multifilares representam uma instalação elétrica em detalhes, normalmente são utilizados para pequenos circuitos. Por outro lado, os esquemas unifilares simplificam a representação de uma instalação, eles são utilizados em projetos elétricos que se preocupam com a posição física dos dispositivos (CAVALIN e CERVELIN, 2010). O diagrama unifilar desenvolvido para a ETA de Paulista é ilustrado na Figura 4-8. Nele estão contidos os detalhamentos dos quadros

existentes, dos circuitos, das proteções utilizadas e da seção nominal dos cabos para cada trecho.

Figura 4-8. Diagrama unifilar.



Fonte: Autoria própria.

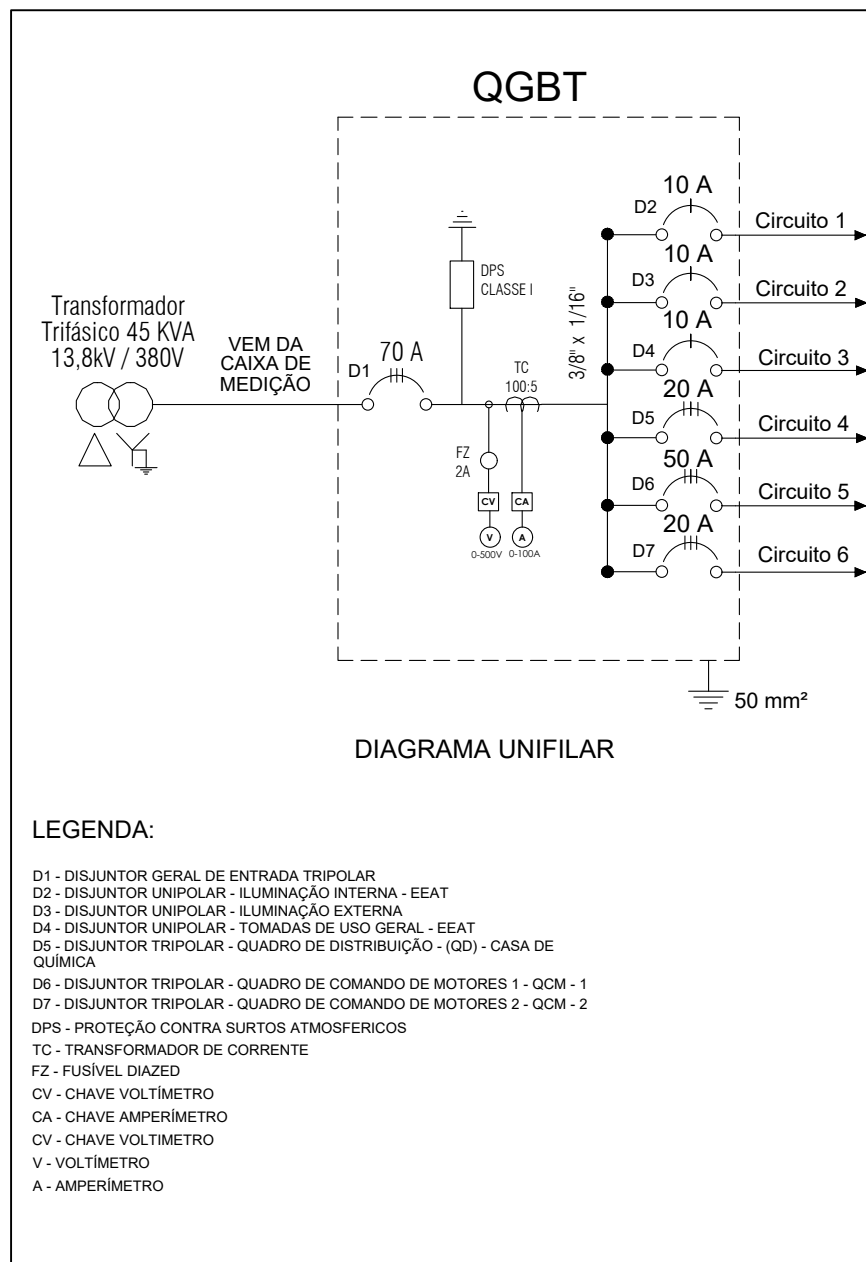
- Especificações técnicas e lista de materiais elétricos

As especificações técnicas são necessárias para apresentar as condições mínimas necessárias para o fornecimento de um produto. No caso deste projeto, as especificações realizadas foram as do quadro geral de baixa tensão, quadro de distribuição e quadros de comando de motores. Para cada um deles, elas trouxeram exigências construtivas, como por exemplo, a quantidade de disjuntores, a dimensão dos barramentos, a forma de instalação do quadro, etc. Estas especificações são necessárias também para definir os detalhes e evitar futuros questionamentos, evitando assim gastos extras e desnecessários, principalmente devido a CAGEPA ser uma empresa pública. A Figura 4-9 demonstra o esquemático do QGBT, extraído de sua especificação técnica.

A lista de materiais é um documento que serve como base para evitar o desperdício quando chegar a etapa de compras do material. Nessa lista são descritos todos os materiais a serem utilizados na obra mais o seu quantitativo.

Na CAGEPA, durante a elaboração de um projeto elétrico, a relação de materiais e o seu quantitativo são realizados à medida que o projeto for avançando em suas etapas. A nomenclatura utilizada para descrever cada material segue o SINAPI, que é o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, pois é uma exigência da Caixa Econômica Federal, dado que grande parte das obras executadas pela CAGEPA são financiadas por este banco público. Para materiais não discriminados no SINAPI, o Setor de Custos da CAGEPA deve fazer cotações de preços por fora. A tabela apresentada no APÊNDICE C ilustra a descrição e o quantitativo dos materiais que serão utilizados na instalação elétrica da ETA de Paulista e seu código no SINAPI.

Figura 4-9. Especificação técnica do QGBT.



Fonte: Autoria própria.

4.3 Conclusão

Neste capítulo, tanto a teoria que envolve os projetos elétricos de baixa tensão quanto o seu detalhamento de elaboração, referente à ETA da cidade de Paulista, foram expostos. Dessa forma, as atividades descritas minuciosamente representam a utilização de ferramentas extremamente necessárias para um engenheiro eletricista, ilustrando assim a importância dos conceitos visto na universidade.

5 PROJETO ELÉTRICO DE MÉDIA TENSÃO

5.1 Introdução

Neste capítulo, serão abordados os principais temas para a elaboração de um projeto elétrico de média tensão, para uma subestação de 45 kVA, como mencionado no Capítulo 4, subseção 4.2.1. Deste modo, a utilização das normas técnicas específicas para este tipo de projeto e a teoria de instalações elétricas serão abordadas nas próximas seções.

5.2 Elaboração do projeto elétrico de MT

5.2.1 Descrição do projeto elétrico de média tensão

O projeto elétrico de média tensão a ser elaborado tem por finalidade energizar as cargas motrizes, de iluminação e tomadas localizadas na nova unidade operacional da CAGEPA, localizada no município de Paulista no Estado da Paraíba. A estação de tratamento (ETA) e a elevatória de água (EEAT) que receberão as melhorias, visam abastecer as cidades de Paulista, Vista Serrana e três distritos próximos. Todo seu desenvolvimento se deu com base na Norma de Distribuição 002 (NDU 002) da Energisa, que trata sobre o fornecimento de energia elétrica em tensão primária (13,8 kV). A NDU 002 teve sua nova versão publicada em abril de 2018.

Como mencionado na Tabela 4-1, a carga instalada (CI) pela instalação será de 35322 W. Tendo esta informação, faz-se necessário a conversão da demanda de Watt (W) para Volt-ampère (VA) para dimensionamento do transformador.

Para o dimensionamento da subestação, a concessionária de energia elétrica sugere valores de fator de demanda para diversos ramos de atividade. Este fator contribui para o seu correto dimensionamento. Uma vez que este projeto se encaixa no ramo de atividade de “indústria de utilidade pública, irrigação, água, esgoto e saneamento”, segundo a Tabela 13 da NDU 002 e ilustrada no ANEXO II deste relatório, o $FD_{MÁX}$ (fator de demanda máximo) a ser considerado é de 95%. A expressão algébrica utilizada para o cálculo da demanda é mostrada a seguir.

$$D = \frac{CI * FD_{MÁX}}{FP} \quad (6)$$

Em que DTA é a demanda total absorvida e FP corresponde ao fator de potência, cujo valor é de 0,92.

A carga demandada é, portanto, de:

$$D = \frac{35322 * 0,95}{0,92} = 36,50 \text{ kVA}$$

Com esta informação, um transformador com potência nominal trifásica de 45 kVA é indicado para esta demanda calculada. Esta subestação projetada apresentará as seguintes características demonstradas na Tabela 5-1

Tabela 5-1. Características da subestação.

Dados do Transformador	
Potência	45 kVA (Trifásico)
Tensão Primária	12,0/12,6/13,2/13,8/14,4 kV
Ligações	Triângulo/Estrela
Tensão Secundária	380 V/ 220 V
Frequência	60 Hz

Fonte: Autoria própria.

Com relação à proteção primária (13,8 kV) para subestação de 45 kVA, a norma estabelece que a proteção contra sobre corrente para fornecimento até 300 kVA será feita pela instalação de três chaves fusíveis unipolares, de Base C, 15 kV – 100 A com capacidade mínima de interrupção de corrente de 10 kA, três elo-fusíveis do tipo 2H, conforme tabela obtida na NDU 002 e ilustrada no ANEXO II e três para-raios poliméricos de 15 kV.

A proteção em baixa tensão (380/220 V) também obedece às diretrizes fornecidas pela concessionária de energia elétrica. Segundo a tabela da NDU 002, que está representada neste relatório no ANEXO IV, o disjuntor apropriado para baixa tensão em subestações de 45 kVA é o disjuntor termomagnético de 70 A, curva C e corrente máxima de interrupção de 10 kA.

A medição para este tipo de subestação é realizada em baixa tensão, de forma direta (até 120 A), utilizando caixa de medição padrão Energisa, conforme

NDU 002. Essa caixa será instalada na mureta a ser construída na base do poste, onde estará a subestação de 45 kVA, com visor voltado para rua.

De acordo com a norma, a rede secundária (380/220 V) a ser construída será composta por cabo de cobre isolado 0,6/1kV, 70°C, PVC, 3#35(35) mm² e eletroduto de aço galvanizado com 50 mm de diâmetro.

Para o sistema de aterramento, serão utilizadas três hastes cobreadas de 16x2400 mm e cabo de cobre nu de 50 mm² sem emendas para o terra do para-raios com interligação ao neutro da instalação de entrada. As hastes de cobre serão instaladas em caixas de inspeção de dimensões internas de 300x300x250 mm, posicionadas a uma distância de 3,0 metros entre elas. As partes condutoras, normalmente sem tensão, deverão ser permanentemente ligadas ao terra. O condutor de aterramento deverá ser protegido mecanicamente até a caixa de inspeção através de eletroduto de PVC rígido, e deverá ter bitola mínima de 35 mm². Por fim, a conexão do condutor terra a haste será através de conector tipo GTDU.

O poste também deverá seguir normas da concessionária. Para este projeto, um poste com resistência nominal de 300 DaN, altura de 11 metros e do tipo B2 – Duplo T será instalado.

5.2.2 Pranchas do projeto de média tensão

Nesta seção serão ilustradas todas as pranchas utilizadas para o projeto de média tensão da ETA de Paulista-PB, as quais farão parte da documentação a ser enviada à Energisa a fim de buscar a aprovação da concessionária.

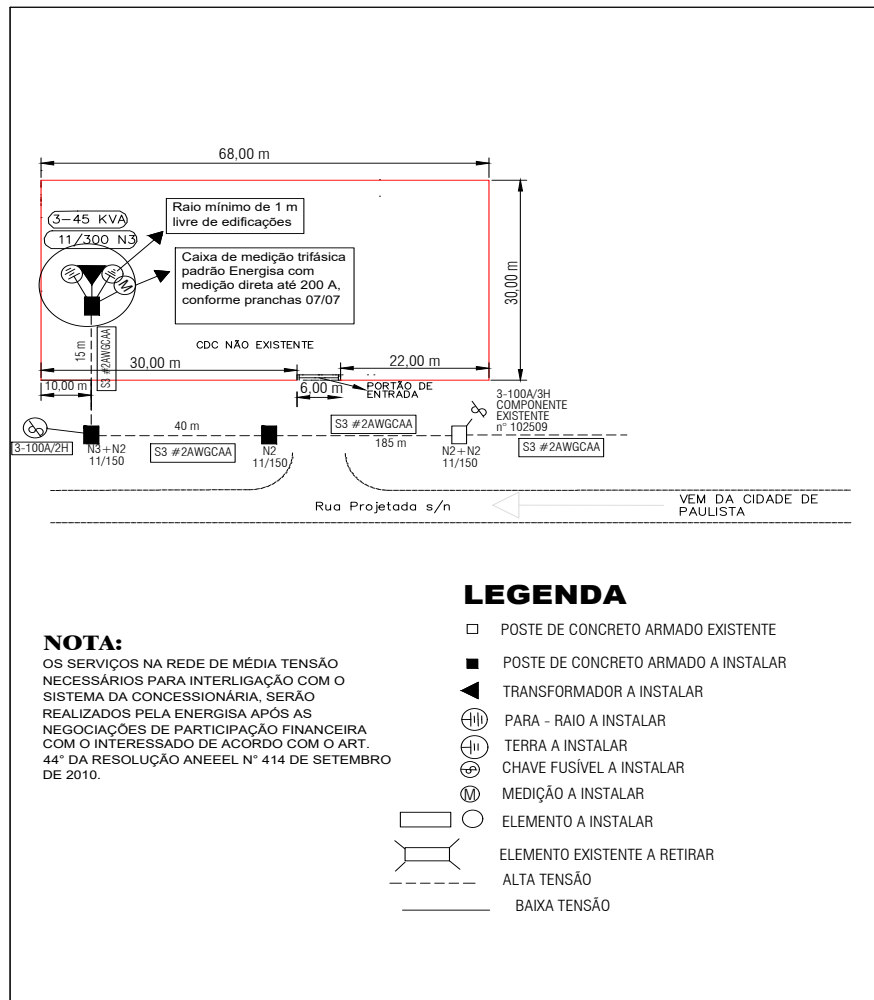
Na Figura 5-1 é ilustrada a prancha de locação e localização da unidade operacional da CAGEPA localizada na cidade de Paulista. Nela, nota-se que o ponto da componente existente mais próxima é a nº 102509 (numeração indicada pela Energisa), que está a 225 metros de onde a subestação de 45 kVA será instalada, o que implicará em um pedido à concessionária de uma extensão da rede de média tensão de 13,8 kV para que a unidade seja alimentada. O circuito primário projetado terá um comprimento de cinco metros, com condutor de seção transversal 2AWG/CAA, cujo condutor utilizado é o alumínio com alma de aço para a tensão nominal da linha de 13,8kV. Nesta prancha também são indicados a altura e esforço do poste (11/300) que comportará a subestação de 45 kVA, além de todo detalhamento com relação às medidas do terreno.

A prancha do detalhamento do ramal de entrada com vistas frontal e lateral para uma subestação de 45 kVA é apresentada na Figura 5-2, além do modelo da caixa de medição estabelecido pela concessionária de energia por intermédio da sua norma NDU 001.

A prancha contendo o diagrama unifilar compreendendo todos os quadros, cargas, disjuntores, ponto de entrega e subestação de 45 kVA são expostos nas Figuras 5-3 e 5-4.

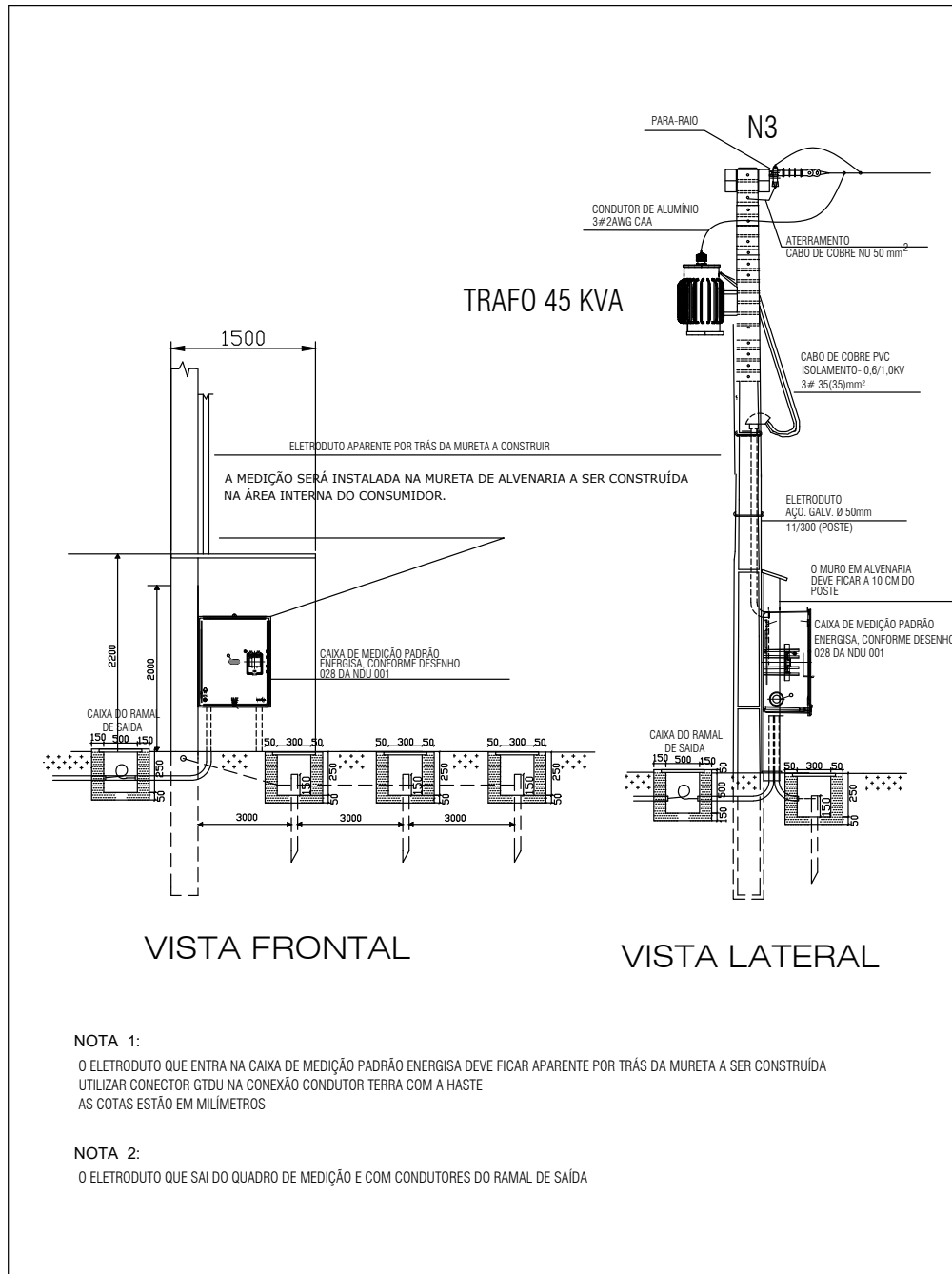
As Figuras 5-5, 5-6 e 5-7 trazem, respectivamente, o detalhamento do aterramento, conforme explicado na seção anterior, o afastamento mínimo para edificações, quando são garantidas distâncias mínimas de segurança em todas as direções entre os condutores de média tensão do transformador e as áreas construídas ao redor, segundo item 7.2 da NDU 002, e o detalhamento da caixa de medição padrão Energisa.

Figura 5-1. Prancha de localização de localização da ETA de Paulista.



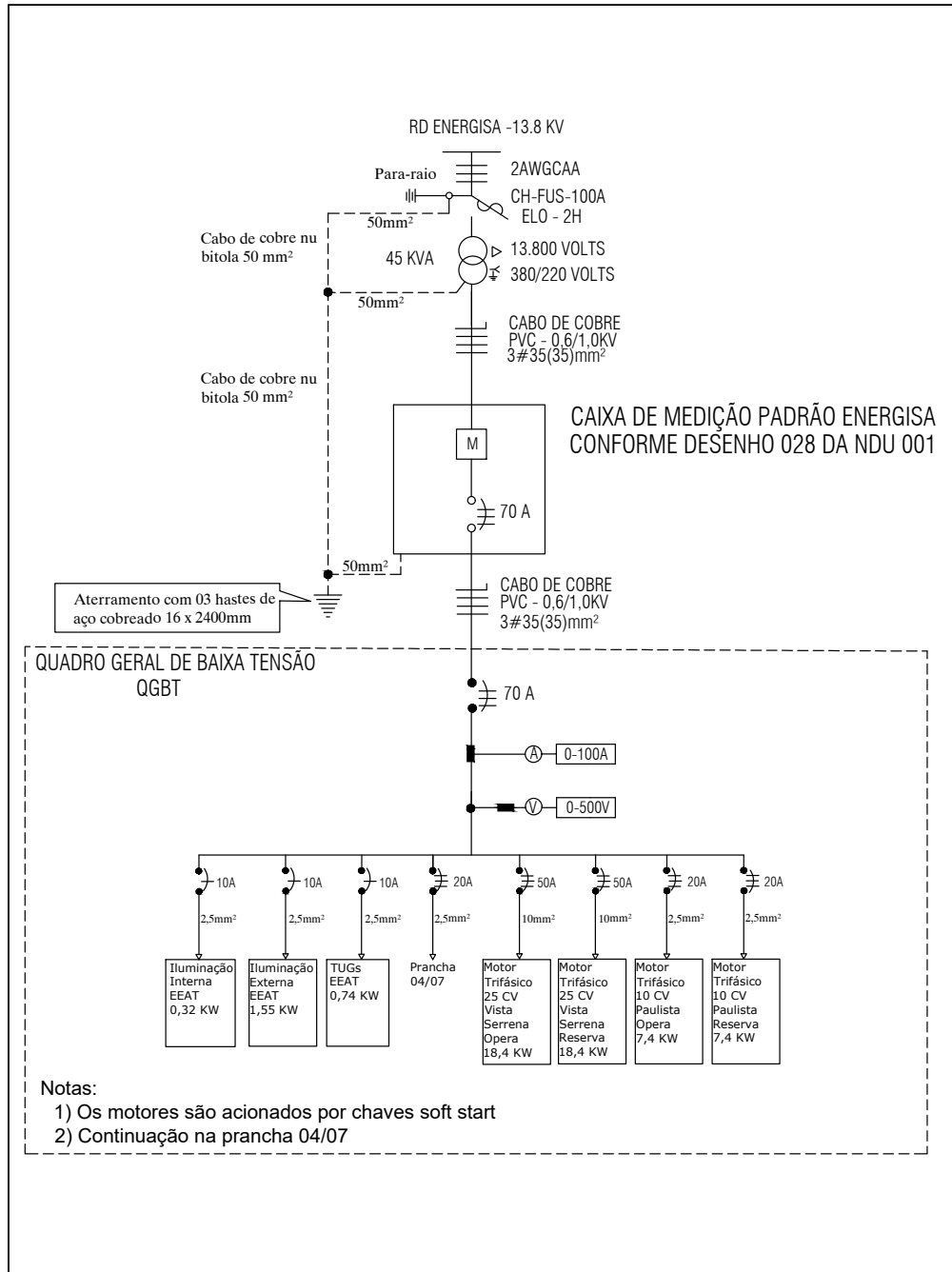
Fonte: Autoria própria.

Figura 5-2. Detalhe do ramal de entrada e da medição.



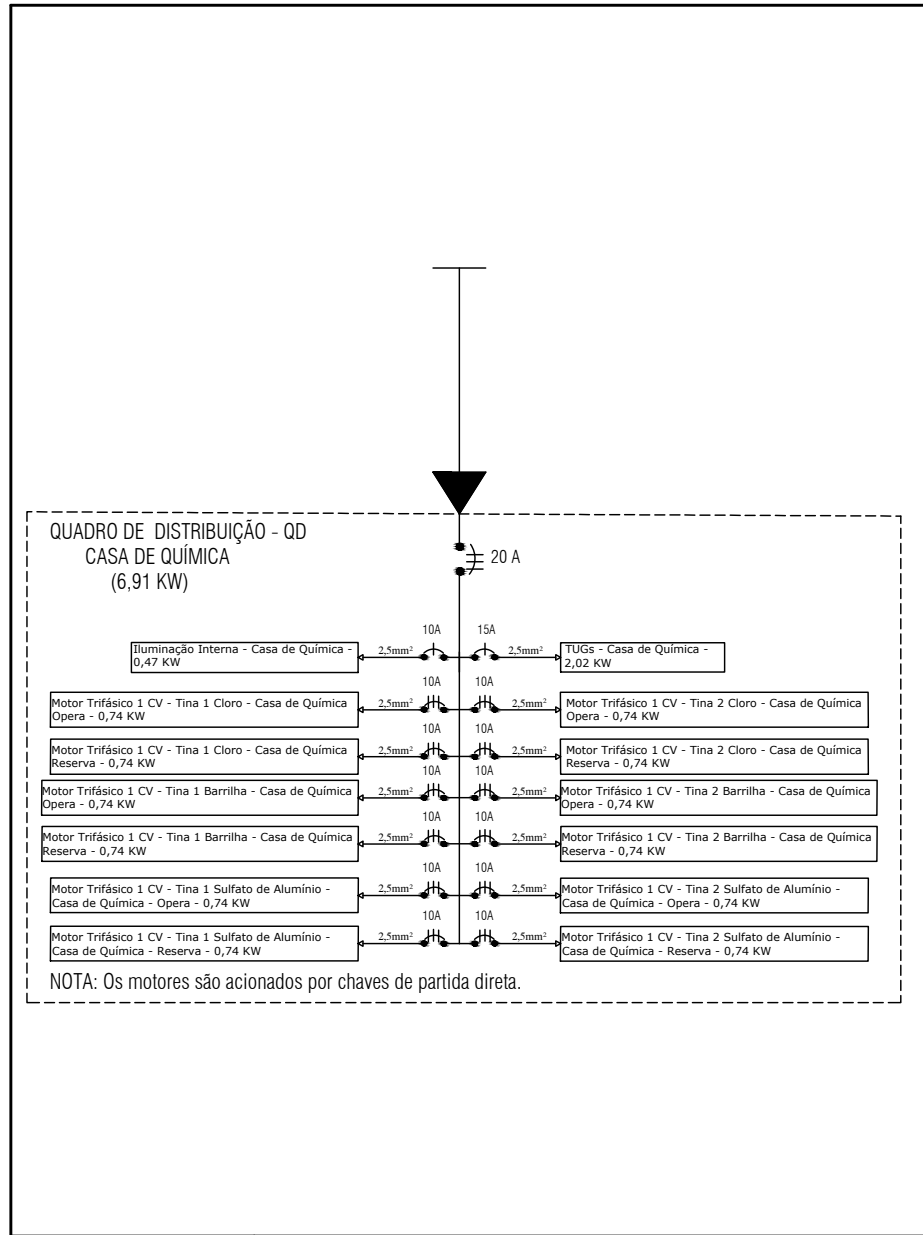
Fonte: Adaptado da NDU 002.

Figura 5-3. Diagrama unifilar.



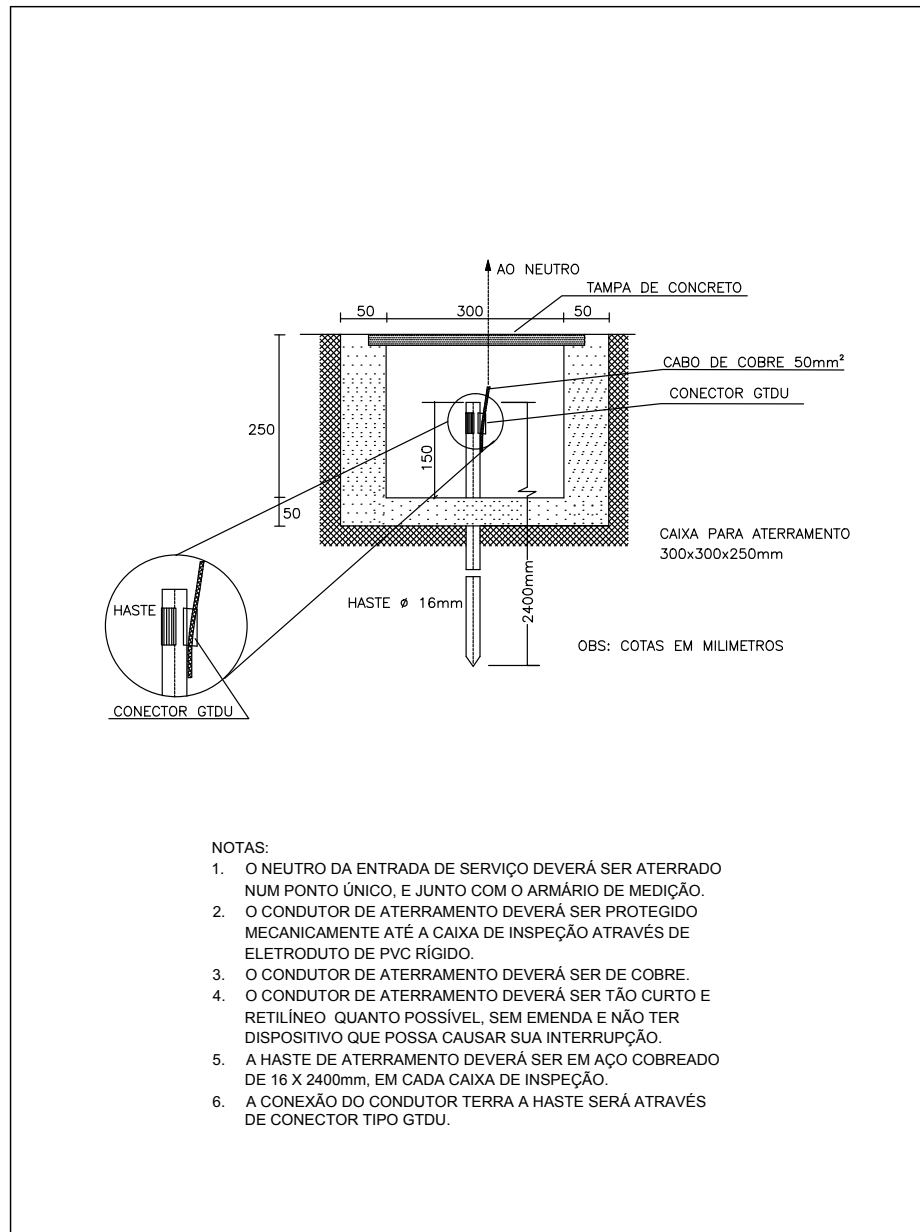
Fonte: Autoria própria.

Figura 5-4. Diagrama unifilar (continuação).



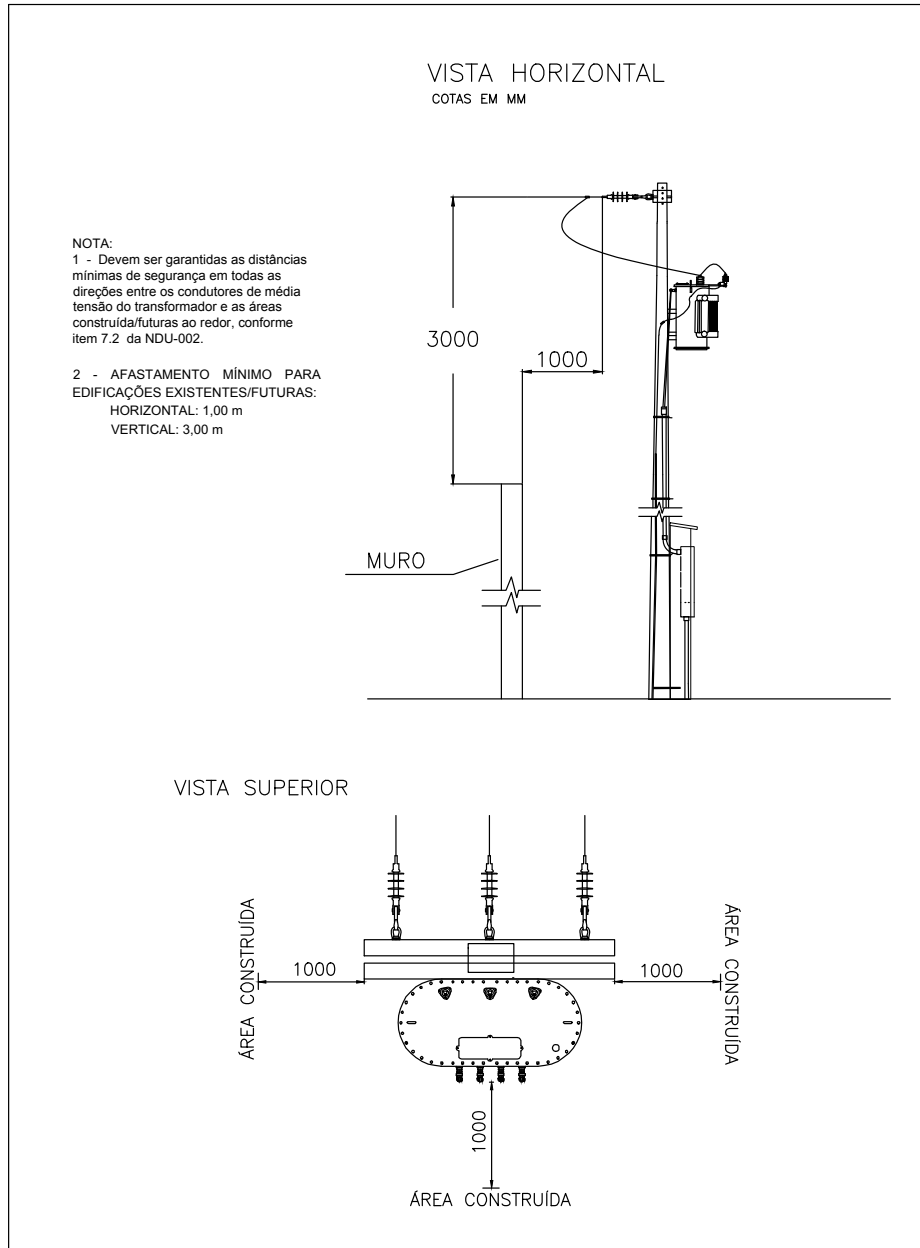
Fonte: Autoria própria.

Figura 5-5. Detalhamento da caixa de inspeção do aterramento.



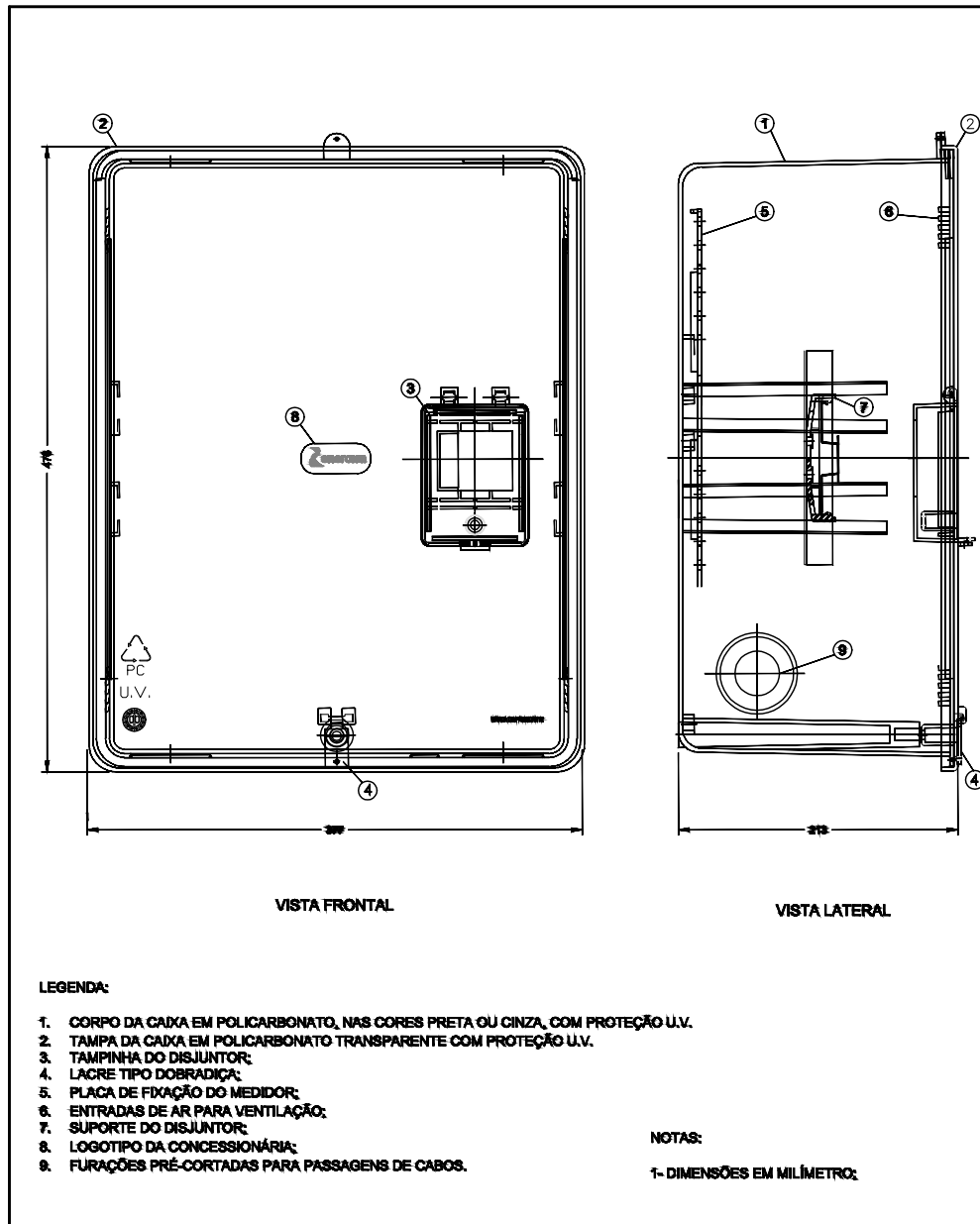
Fonte: Adaptado da NDU 002..

Figura 5-6. Afastamento mínimo de segurança.



Fonte: Adaptado da NDU 002..

Figura 5-7. Detalhe da caixa de medição padrão Energisa.



Fonte: Adaptado da NDU 002..

5.2.3 Relação de materiais elétricos para projeto elétrico de média tensão

Assim como para o projeto de baixa tensão, o de média tensão também possui uma tabela contendo a lista dos materiais a serem utilizados na execução do projeto elétrico. A Tabela 5-2 apresenta esta lista, segundo o SINAPI, e seus quantitativos.

Tabela 5-2. Lista de materiais para média tensão e medição.

ITEM	ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	UNID.	QUANT.
1.00	CIRCUITOS DE MÉDIA TENSÃO		
1.01	ALÇA PREFORMADA DE SERVIÇO, EM AÇO GALVANIZADO, PARA CONDUTORES DE ALUMÍNIO 2 AWG	un	12,00
1.02	ARRUELA QUADRADA EM AÇO GALVANIZADO, DIMENSÃO = 38 MM, ESPESSURA = 3MM, DIÂMETRO DO FURO= 18 MM	un	78,00
1.03	CABO DE ALUMÍNIO NU COM ALMA DE AÇO, 2 AWG	kg	25,00
1.04	CABO DE COBRE NU 50 MM ² MEIO-DURO	kg	15,00
1.05	CAIXA PARA INSPEÇÃO DE HASTE DE TERRA	un	3,00
1.06	CHAVE FUSÍVEL UNIPOLAR PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO, TENSÃO DE 15,0 KV, CORRENTE NOMINAL DO PORTA FUSÍVEL DE 100 A, CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO SIMÉTRICA DE 7,10 KA, CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO ASSIMÉTRICA 10,00 KA	un	3,00
1.07	CONECTOR AMPACT P/CABO 2 AWG	un	18,00
1.08	CARTUCHO AMPACT VERMELHO	un	22,00
1.09	CONECTOR PARA HASTE DE TERRA - GTDU	un	3,00
1.10	CRUZETA TIPO T. 1.900 / 200x200-DAM	un	6,00
1.11	ELO FUSÍVEL DE DISTRIBUIÇÃO DE 2H	un	3,00
1.12	ESTRIBO AMPACT PARA LINHA VIVA	un	3,00
1.13	GANCHO DE SUSPENSÃO PARA 500 KG	un	12,00
1.14	GRAMPO LINHA VIVA DE LATÃO ESTANHADO, DIÂMETRO DO CONDUTOR PRINCIPAL DE 10 A 120 MM ² , DIÂMETRO DA DERIVAÇÃO DE 10 A 70 MM ²	un	3,00
1.15	HASTE DE ATERRAMENTO EM AÇO COM 2,40 M DE COMPRIMENTO E DN = 5/8", REVESTIDA COM BAIXA CAMADA DE COBRE, SEM CONECTOR	un	3,00
1.16	ISOLADOR DE PORCELANA SUSPENSO, DISCO TIPO GARFO OLHAL, DIÂMETRO DE 152 MM, PARA TENSÃO DE *15* KV	un	12,00
1.17	ISOLADOR DE PORCELANA, TIPO PINO MONOCORPO, PARA TENSÃO DE *15* KV	un	6,00
1.18	MANILHA SAPATILHA PARA 5000 KG	un	12,00
1.19	PORCA OLHAL EM AÇO GALVANIZADO, DIÂMETRO NOMINAL DE 16 MM	un	12,00
1.20	PARAFUSO M16 EM AÇO GALVANIZADO, COMPRIMENTO = 450 MM, DIÂMETRO = 16 MM, ROSCA MÁQUINA, CABECA QUADRADA	un	12,00
1.21	PARAFUSO M16 EM AÇO GALVANIZADO, COMPRIMENTO = 250 MM, DIÂMETRO = 16 MM, ROSCA MÁQUINA, CABECA QUADRADA	un	12,00
1.22	PARAFUSO M16 EM AÇO GALVANIZADO, COMPRIMENTO = 300 MM, DIÂMETRO = 16 MM, ROSCA MÁQUINA, CABECA QUADRADA	un	12,00
1.23	PARAFUSO DE MÁQUINA RS 16 X 70MM	un	4,00
1.24	PARA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO, TENSÃO NOMINAL 15 KV, CORRENTE NOMINAL DE DESCARGA 5 KA	un	3,00
1.25	PINO DE AÇO 16MM (5/8) PARA ISOLADOR	un	6,00
1.26	POSTE DE CONCRETO TIPO B - DUPLOT 11/300	un	1,00
1.27	SUORTE EM AÇO GALVANIZADO PARA TRANSFORMADOR PARA POSTE DUPLO T 185 X 95 MM, CHAPA DE 5/16"	un	2,00
1.28	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 45 KVA	un	1,00
2.00	CIRCUITO DE MEDIÇÃO		
2.01	ARRUELA EM ALUMÍNIO, COM ROSCA, DE 2", PARA ELETRODUTO	un	4,00
2.02	BUCHA EM ALUMÍNIO, COM ROSCA, DE 2", PARA ELETRODUTO	un	4,00
2.03	CABO DE COBRE, FLEXÍVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLAÇÃO EM PVC, ANTICHAMA BWF-B, COBERTURA PVC-ST1, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 0,6/1 KV, SECAO NOMINAL 35 MM ²	mt	120,00
2.04	CAIXA DE MEDIÇÃO PARA MEDIÇÃO DIRETA ATÉ 200 A PADRÃO ENERGISA (PRANCHA 07/07)	un	1,00
2.05	CABECOTE PARA ENTRADA DE LINHA DE ALIMENTAÇÃO PARA ELETRODUTO, EM LIGA DE ALUMÍNIO COM ACABAMENTO ANTI CORROSIVO, COM FIXAÇÃO POR ENCAIXE LISO DE 360 GRAUS, DE 2"	un	1,00
2.06	CURVA 90 GRAUS, PARA ELETRODUTO, EM AÇO GALVANIZADO ELETROLÍTICO, DIÂMETRO DE 50 MM (2")	un	1,00
2.07	DISJUNTOR TRIFÁSICO 70 A	un	1,00
2.08	ELETRODUTO EM AÇO GALVANIZADO ϕ = 50 mm	un	2,00
2.09	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCAVEL DE 3/4 ", SEM LUVA	un	1,00
2.10	FITA AÇO INOX PARA CINTAR POSTE, L = 19 MM, E = 0,5 MM (ROLO DE 30M)	kg	1,00
2.11	LUVA PARA ELETRODUTO, EM AÇO GALVANIZADO ELETROLÍTICO, DIÂMETRO DE 50 mm	un	2,00
2.12	SELANTE DE BASE ASFÁLTICA PARA VEDAÇÃO (MASSA DE CALAFETAR)	kg	1,00
2.13	PLATAFORMA BASCULHANTE DE 40X45X3,6 CM, CONFORME PROJETO	un	1,00
2.14	PRESILHA PARA FITA AÇO INOX	un	16,00
2.15	SILICONE PARA VEDAÇÃO (280 GR)	tb	1,00
2.16	TERMINAL A COMPRESSÃO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 35 MM ² , 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, PARA PARAFUSO DE FIXAÇÃO M12 (FASE)	un	12,00
2.17	TERMINAL A COMPRESSÃO EM COBRE ESTANHADO PARA CABO 35 MM ² , 1 FURO E 1 COMPRESSÃO, PARA PARAFUSO DE FIXAÇÃO M8 (NEUTRO)	un	6,00

Fonte: Autoria própria.

5.3 Conclusão

Este capítulo foi dedicado à dissertação das atividades realizadas no projeto elétrico de média tensão para a ETA da cidade de Paulista. Tal como o projeto elétrico de baixa tensão, o de média tensão também requereu grande uso da teoria estudada em sala de aula, uso constante das normas técnicas vigentes no Brasil e de *softwares* como AUTOCAD® e *Microsoft Office*. Deste modo, uma maior proximidade com o que um Engenheiro Eletricista enfrenta no seu dia a dia foi vivenciada pelo estagiário durante a elaboração do projeto da ETA de Paulista/PB, agregando dessa forma uma experiência válida de trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório teve como objetivo explicar as atividades realizadas durante catorze meses de estágio na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, que foram resumidas nos projetos elétricos de baixa e média tensão descritos ao longo deste documento. A realização do estágio e deste relatório são requisitos obrigatórios para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica pela UFPB.

Com base nas atividades desenvolvidas pelo estagiário, conclui-se que as experiências vivenciadas trouxeram um ótimo amadurecimento profissional, no que tange ao uso de ferramentas vistas em sala de aula e na vivência do cotidiano de uma empresa.

Esse amadurecimento se deu na forma de enxergar como são desenvolvidos os trabalhos em uma organização, que muitas vezes se diferenciam do acadêmico, já que existem prazos e metas para serem cumpridas, ou seja, o projeto se torna mais direto e dinâmico, sem necessariamente prejudicar a qualidade do trabalho entregue. Outro ponto de crescimento se deu pelo convívio diário com diversos tipos de profissionais, que sempre demonstravam disponibilidade e interesse em ajudar.

Algumas dificuldades também foram sentidas durante o período de estágio, como descrição de projetos incompletos e dificuldade em obter essas informações faltantes. Dessa maneira, tornava-se necessário a adaptação dos projetos ao seu objetivo, usando como base a experiência vivida pelo engenheiro electricista responsável.

Projetos de instalações elétricas prediais ou industriais fazem parte do dia a dia de grande parte dos engenheiros electricistas, tornando-se assim uma importante área da engenharia elétrica. Dessa forma, conhecimentos sobre a teoria das instalações elétricas, circuitos elétricos e sistemas elétricos serviram como base para que os trabalhos fossem bem desenvolvidos.

Boa parte das atividades foram realizadas dentro da empresa. O uso de *softwares* como AUTOCAD® e *Microsoft Office* foram indispensáveis durante todo o curso do estágio. Houve também a necessidade de ir a campo algumas vezes para que uma complementação das informações fosse realizada. Isso garantiu um bom aprendizado acerca de planejamento e tomadas de decisão. Dessa maneira, acredita-se que o estágio na CAGEPA cumpriu a missão de fornecer ao estagiário uma visão do mercado de trabalho e contribuir com sua formação profissional.

REFERÊNCIAS

ABREU, RAPHAEL LORENZETO DE. Foto da localização da cidade de paulista. 2006.

CAGEPA. **Gerências regionais**. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/institucional/gerencias-regionais/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

CATÁLOGO TÉCNICO: TIGRE. **Orientações técnicas sobre instalações de Eletricidade**.

CAVALIN, GERALDO; CERVELIN, SEVERINO. **Instalações elétricas prediais: teoria & prática**. Base Ed., 2010.

COTRIM, Ademaro A.M.B. **Instalações elétricas**. 5a ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

CREDER, HÉLIO. **Instalações Elétricas**. 16 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada - NDU 001**. Versão 5.1. Dezembro/2017.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada - NDU 002**. Revisão 5.1. Abril/2018.

GOMES, F. V.. **Material do Curso de Instalações Elétricas I**. Disponível em: <https://www.ufjf.br/flavio_gomes/files/2011/03/material_curso_instalacoes_i.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2018.

JOÃO FILHO, MAMEDE. **Instalações Elétricas Industriais**. Sétima edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

NISKIER, JULIO; MACINTYRE, ARCHIBALD JOSEPH; COSTA, LUIZ SEBASTIÃO. **Instalações Elétricas**. Grupo Gen-LTC, 2000.

PEREIRA, SABRINA LÍVIA DE MEDEIROS et al.. **Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame**. 2011.

ANEXOS

ANEXO I. Capacidades de condução de corrente, em ampères, para condutores com isolamento em PVC.

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

Fonte: NBR 5410/2004.

ANEXO II. Fatores de demanda por ramo de atividade produtiva.

COD.	Ramo de Atividade	Intervalo	FD Máx	FD Típico	FC Típico
		Carga Instalada	(%)	(%)	(%)
		(kW)			
39	Fabricação de cigarros		43	39	59
40	Indústria de utilidade pública, irrigação, água, esgoto e saneamento		95	84	51

Fonte: NDU 002 (2018).

ANEXO III. Elos-fusíveis para transformadores trifásicos.

POTÊNCIA EM kVA	ELO- FUSÍVEL							
	11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO	IN (A)	ELO
15	0,76	1H	0,63	0,5H	0,39	0,5H	0,25	0,5H
30	1,52	2H	1,26	1H	0,79	1H	0,50	0,5H
45	2,28	2H	1,88	2H	1,18	1H	0,75	1H
75	3,80	3H	3,14	3H	1,97	2H	1,26	1H
112.5	5,70	5H	4,71	5H	2,95	3H	1,88	2H
150	7,60	8K	6,28	6K	3,94	5H	2,51	3H
225	11,40	12K	9,41	10K	5,90	5H	3,77	5H
300	15,19	15K	12,55	12K	7,87	8K	5,02	5H
400	19,26	20K	16,73	15K	10,50	10K	6,69	6K
500	25,32	25K	19,92	25K	13,12	12K	8,37	10K
750	37,98	40K	31,38	30K	19,68	20K	12,55	12K
1000	x	x	41,84	40K	26,24	25K	16,73	15K

Fonte: NDU 002 (2018).


ANEXO IV. Fornecimento trifásico em média tensão com medição na BT.

TRANSFORMADOR kVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1 kV 90°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1 kV 70°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MEDIDOR	TC						
15	Direto de 120A	-	25	3#10(10)	32	3#10(10)	32	300
30	Direto de 120A	-	50	3#10(10)	32	3#16(16)	32	300
45	Direto de 120A	-	70	3#25(25)	50	3#35(35)	50	300
75	Direto de 200A	-	125	3#50(25)	65	3#70(35)	80	600
112.5	Direto de 200A	-	175	3#70(35)	80	3#95(50)	80	600
150	Trifásico	200:5	225	3#120(70)	100	3#150(95)	100	1000
225	Trifásico	400:5	350	3#240(120)	100	2x{3#120(70)}	2 x 100	1000
300	Trifásico	400:5	500	2x{3#120(70)}	2x100	2x{3#150(95)}	2 x 100	1000

Fonte: NDU 002 (2018).

APÊNDICES

APÊNDICE A. QUADRO DE CARGAS E POTÊNCIAS POR CIRCUITO

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA Sistema de Abastecimento de Água - Paulista/PB Anexo A – Quadro de Cargas e Potência por Circuito </div> </div>																								
Divisão do Circuito e Cálculo das Bitolas pelo Método da Capacidade de Condução de Corrente																								
	Número do Circuito	Tipo de Isolamento do Condutores	Descrição do Circuito	Quantidade	Potência (W)	Fator de Potência	Rendimento	Potência (VA)	Fator de Demanda	Demanda (VA)	Tensão (V)	IB (A)	Fator de Agrupamento	Fator de Resistividade	Fator de Temperatura (35°C)	IB' (A)	IZ (A)	Bitola pelo Método CCC (mm ²)	Bitola pelo Método Mínimo (mm ²)	Bitola Final FASE (mm ²)	Bitola Final Neutro e Terra (mm ²)	IZ Final (A)	145% da Corrente CCC	Proteção (A)
QGBT	1	PVC	Iluminação Interna - EEAT	8	320,00	0,92	1,00	347,83	1,00	347,83	220,00	1,58	0,70	1,00	0,94	2,40	9,00	0,50	1,50	2,50	2,50	24	35	10
	2	PVC	Iluminação Externa	8	1554,00	0,92	1,00	1689,13	1,00	1689,13	220,00	7,68	1,00	1,00	0,94	8,17	9,00	0,50	1,50	2,50	2,50	24	35	10
	3	PVC	TUGs - EEAT	4	736,00	0,92	1,00	800,00	0,80	640,00	220,00	3,64	0,70	1,00	0,94	5,53	9,00	0,50	2,50	2,50	2,50	24	35	10

	4	PVC	Condutor para QD	-	6912,00	0,92	0,90	8347,83	1,00	8347,83	380,00	12,65	0,80	1,00	0,94	16,82	20,00	1,50	-	2,50	2,50	20	29	20
	5	PVC	Condutor para QCM-1	-	18400,00	0,92	0,90	22222,22	1,00	22222,22	380,00	33,76	1,00	1,00	0,94	35,91	46,00	10,00	-	10,00	10,00	46	67	40
	6	PVC	Condutor para QCM-2	-	7400,00	0,92	0,90	8937,20	1,00	8937,20	380,00	13,54	1,00	1,00	0,94	14,40	20,00	2,50	-	2,50	2,50	20	29	20
	Distribuição	PVC	Alimentação QGBT	-	35322,00	0,92	1,00	38393,48	1,00	38393,48	380,00	58,17	1,00	1,00	0,94	61,88	80,00	25,00	-	35,00	35,00	99	144	70
QCM-1	7	PVC	Motor Trifásico 25 CV (Vista Serrana - EEAT)	1 Opera	18400,00	0,92	0,90	22222,22	1,00	22222,22	380,00	33,76	1,00	1,00	0,94	35,91	46,00	10,00	-	10,00	10,00	46	67	40
	8			1 Reserva																				
QCM-2	9	PVC	Motor Trifásico 10 CV (Paulista - EEAT)	1 Opera	7400,00	0,92	0,90	8937,20	1,00	8937,20	380,00	13,54	1,00	1,00	0,94	14,40	16,00	1,00	-	2,50	2,50	20	29	20
	10			1 Reserva																				
QD	11	PVC	Iluminação Interna - Casa de Química	8	472,00	0,92	1,00	513,04	1,00	513,04	220	2,33	1,00	1,00	0,94	2,48	9,00	0,50	1,50	2,50	2,50	24	35	10
	12	PVC	TUGs - Casa de Química	11	2024,00	0,92	1,00	2200,00	0,80	1760,00	220	10,00	1,00	1,00	0,94	10,64	14,00	1,00	2,50	2,50	2,50	24	35	15
	13	PVC	Motor Trifásico 1 CV (TINA-1 Cloro - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
	14			1 Reserva																				
	15	PVC	Motor Trifásico 1 CV (TINA-2 Cloro - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
	16			1 Reserva																				

17	PVC	Motor Trifásico 1 CV (TINA-1 Barrilha - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
18			1 Reserva																				
19	PVC	Motor Trifásico 1 CV (TINA-2 Barrilha - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
20			1 Reserva																				
21	PVC	Motor Trifásico (TINA-1 Sulfato de Alumínio - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
22			1 Reserva																				
23	PVC	Motor Trifásico (TINA-2 Sulfato de Alumínio - Casa de Química)	1 Opera	736,00	0,92	0,90	888,89	1,00	888,89	380,00	1,35	1,00	1,00	0,94	1,43	8,00	0,50	2,50	2,50	2,50	20	29	10
24			1 Reserva																				

OBS:

Potência da iluminação interna e dos reatores - entra com o valor em W pois as lâmpadas são escolhidas

Potência das TUGs entram com o valor em VA

Todas as outras potências entram com o valor em VA

Fatores de correção para temperatura obtidos para temperatura de 35°C tanto para XLPE quanto para PVC

Fatores de correção para resistividade do solo considerou padrão 1 K.m/W

IB = Corrente de projeto

IB' = Corrente de projeto teórica

IZ = Corrente da tabela da CCC

*Escolhido de projetos anteriores

Isolamento dos condutores PVC

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE B. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

TIPOS DE ELETRODUTOS							
TRECHOS (COMBINAÇÕES BITOLA)	NUMERO DE CONDUTORES	AREA TOTAL POR CONDUTOR (mm ²)	SOMATÓRIO (mm ²)	Fe	DIAMETRO (mm)	TIPO DO ELETRODUTO	ELETRODUTO (mm/pol)
2,5 mm ²	10	107,0	107,0	0,4	18,5	FLEX	32
2,5 mm ²	16	171,2	171,2	0,4	23,3	RÍGIDO ROSCÁVEL	1"
2,5 mm ²	8	85,6	85,6	0,4	16,5	RÍGIDO ROSCÁVEL	3/4"
10,0 mm ²	5	136,5	136,5	0,4	20,8	RÍGIDO ROSCÁVEL	3/4"

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C. RELAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO

RELAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO						
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE.	REFERÊNCIA SINAPI	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1	QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO - QGBT, COM 1 DISJUNTOR DE ENTRADA, 6 DISJUNTORES DE SAÍDA E BARRAMENTO 3/8" x 1/16" (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO E)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO - QD, COM 1 DISJUNTOR DE ENTRADA, QUINZE DISJUNTORES DE SAÍDA E BARRAMENTO 3/8" x 1/16" (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO F)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
3	QUADRO DE COMANDO DE MOTORES - 1 PARA ACIONAMENTO DE DOIS CMB DE 25 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO H)	unidade			R\$ 0,00	R\$ 0,00
4	QUADRO DE COMANDO DE MOTORES - 2 PARA ACIONAMENTO DE DOIS CMB DE 10 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO I)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
5	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-1, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
6	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-2, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
7	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-3, TERMOPLÁSTICA, 220 V, MONOFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
8	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-4, TERMOPLÁSTICA, 220 V, MONOFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
9	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-5, TERMOPLÁSTICA, 220 V, MONOFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
10	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-6, TERMOPLÁSTICA, 220 V, MONOFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
11	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-7, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
12	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-8, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
13	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-9, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
14	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-10, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
15	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-11, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
16	CHAVE DE PARTIDA DIRETA, CPD-12, TERMOPLÁSTICA, 380 V, TRIFÁSICA, 1 CV (VER ESPECIFICAÇÃO NO ANEXO G)	unidade	1	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
17	ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39210	R\$ 0,00	R\$ 0,00
18	ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1/2", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39208	R\$ 0,00	R\$ 0,00

19	ARRUELA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39209	R\$ 0,00	R\$ 0,00
20	ARRUELA QUADRADA EM ACO GALVANIZADO, DIMENSAO = 38 MM, ESPESSURA = 3MM, DIAMETRO DO FURO= 18 MM	unidade	6	I-379	R\$ 0,00	R\$ 0,00
21	BASE PARA FOTOCÉLULA	unidade	8	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
22	BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39176	R\$ 0,00	R\$ 0,00
23	BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1/2", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39174	R\$ 0,00	R\$ 0,00
24	BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO	unidade	18	I-39175	R\$ 0,00	R\$ 0,00
25	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR AZUL CLARO	metro	92	REF-91927	R\$ 0,00	R\$ 0,00
26	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERDE	metro	92	REF-91927	R\$ 0,00	R\$ 0,00
27	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERMELHA	metro	92	REF-91927	R\$ 0,00	R\$ 0,00
28	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR CINZA	metro	92	REF-91927	R\$ 0,00	R\$ 0,00
29	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR PRETA	metro	92	REF-91927	R\$ 0,00	R\$ 0,00
30	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR AZUL CLARO	metro	4	REF-91933	R\$ 0,00	R\$ 0,00
31	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERDE	metro	4	REF-91933	R\$ 0,00	R\$ 0,00
32	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERMELHA	metro	4	REF-91933	R\$ 0,00	R\$ 0,00
33	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR CINZA	metro	4	REF-91933	R\$ 0,00	R\$ 0,00
34	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR PRETA	metro	4	REF-91933	R\$ 0,00	R\$ 0,00
35	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR AZUL CLARO	metro	445	REF-91926	R\$ 0,00	R\$ 0,00
36	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERDE	metro	445	REF-91926	R\$ 0,00	R\$ 0,00
37	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERMELHA	metro	445	REF-91926	R\$ 0,00	R\$ 0,00
38	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR AZUL CLARO	metro	12	REF-92986	R\$ 0,00	R\$ 0,00
39	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR CINZA	metro	12	REF-92986	R\$ 0,00	R\$ 0,00

40	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR PRETA	metro	12	REF-92986	R\$ 0,00	R\$ 0,00
41	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERDE	metro	12	REF-92986	R\$ 0,00	R\$ 0,00
42	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM ² , ANTI-CHAMA 0,6/1 KV, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015 - COR VERMELHA	metro	12	REF-92986	R\$ 0,00	R\$ 0,00
43	CABO DE COBRE NU 50MM2 - FORNECIMENTO E INSTALACAO	metro	10	REF-72254	R\$ 0,00	R\$ 0,00
44	CABO MULTIPOLAR DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM HEPR, COBERTURA EM PVC-ST2, ANTICHAMA BWF-B, 0,6/1 KV, 3 CONDUTORES DE 2,5 MM2	metro	100	I-39258	R\$ 0,00	R\$ 0,00
45	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA NAS DIMENSÕES 30X30X40 CM, COM TAMPA E DRENO BRITA	unidade	19	REF-83446	R\$ 0,00	R\$ 0,00
46	CAIXA INSPECAO EM CONCRETO PARA ATERRAMENTO E PARA RAIOS DIAMETRO = 300 MM	unidade	3	I-34641	R\$ 0,00	R\$ 0,00
47	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	5	REF-91899	R\$ 0,00	R\$ 0,00
48	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	7	REF-91893	R\$ 0,00	R\$ 0,00
49	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	4	REF-91902	R\$ 0,00	R\$ 0,00
50	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	metro	73	REF-91846	R\$ 0,00	R\$ 0,00
51	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	metro	12	REF-91864	R\$ 0,00	R\$ 0,00
52	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	metro	278	REF-91867	R\$ 0,00	R\$ 0,00
53	FITA ACO INOX PARA CINTAR POSTE, L = 19 MM, E = 0,5 MM (ROLO DE 30M)	metro	15	I-406	R\$ 0,00	R\$ 0,00
54	HASTE PARA ATERRAMENTO COBREADA (16 X 2.400 MM) + CONECTOR GTDU	unidade	3	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
55	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	1	REF-91953	R\$ 0,00	R\$ 0,00
56	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	4	REF-92023	R\$ 0,00	R\$ 0,00
57	LAMPADA DE VAPOR DE MERCURIO DE 125W	unidade	6	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
58	LAMPADA FLUORESCENTE TUBULAR T10 40 W, BIVOLT	unidade	16	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
59	LUMINARIA ABERTA PARA ILUMINACAO PUBLICA, PARA LAMPADA A VAPOR DE MERCURIO ATE 400W E MISTA ATE 500W, COM BRACO EM TUBO DE ACO GALV D=50MM PROJ HOR=2.500MM E PROJ VERT= 2.200MM, FORNECIMENTO E INSTALACAO	unidade	6	REF - 91875	R\$ 0,00	R\$ 0,00
60	LUMINÁRIA PARA CONJUNTO DE 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES DE 40 W	unidade	8	REF-91874	R\$ 0,00	R\$ 0,00

61	LUMINÁRIA PARA REFLETOR DE VAPOR DE MERCÚRIO DE 250 W	unidade	2	REF-73783/5	R\$ 0,00	R\$ 0,00
62	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL (1"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	33	REF-83391	R\$ 0,00	R\$ 0,00
63	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, (3/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	31	REF-91996	R\$ 0,00	R\$ 0,00
64	LUVA PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADA EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	59	REF-95732	R\$ 0,00	R\$ 0,00
65	PARAFUSO MÁQUINA (1/2X10)	unidade	4	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
66	POSTE CONCRETO SEÇÃO CIRCULAR COMPRIMENTO=7M CARGA NOMINAL TOPO 100KG INCLUSIVE ESCAVACAO EXCLUSIVE TRANSPORTE - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	unidade	6	REF-73783/5	R\$ 0,00	R\$ 0,00
67	REATOR PARA LAMPADA FLUORESCENTE 2X40W PARTIDA RAPIDA FORNECIMENTO E INSTALACAO	unidade	4	REF-83391	R\$ 0,00	R\$ 0,00
68	REATOR PARA LAMPADA VAPOR DE MERCURIO USO EXTERNO 220V/400W	unidade	6	REF-72281	R\$ 0,00	R\$ 0,00
69	LÂMPADA VAPOR DE MERCÚRIO DE 250 W	unidade	2	REF-73831/2	R\$ 0,00	R\$ 0,00
70	RELE FOTOELETRICO P/ COMANDO DE ILUMINACAO EXTERNA 220V/1000W - FORNECIMENTO E INSTALACAO	unidade	6	REF-83399	R\$ 0,00	R\$ 0,00
71	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	unidade	11	REF-91996	R\$ 0,00	R\$ 0,00
					Custo Direto	R\$ 0,00
					B.D.I 26.88%	R\$ 0,00
					Total (C.T+B.D.I)	R\$ 0,00

Fonte: Autoria própria.