

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA
APOLITÉCNICA
INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO UNIVERSITÁRIO NACALA – ISPUNA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para
melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue, Caso de
estudo PT N^o 11- Distrito de Nacala-Porto**

Nacala-Porto, 2023

Patrício Bernardo Chibebe

Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue, caso de estudo do PT N^o11- Distrito de Nacala-Porto

Monografia apresentada ao Instituto Superior Politécnico Universitário de Nacala - ISPUNA como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Eléctrica.

Orientador: **Lic. Ibraimo Arusse Anli**

Nacala-Porto, 2023

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que este trabalho de monografia que no presente momento, submeto ao Instituto Superior Politécnico Universitário de Nacala, em cumprimento do requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Elétrica nunca foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer título académico, este trabalho do fim do Curso é resultado da minha investigação pessoal e que todas às fontes bibliográficas estão devidamente referenciadas.

Patrício Bernardo Chibebe

Declaração do Tutor

Eu Ibraimo Arusse Anli, declaro que acompanhei todas as fases da elaboração da Monografia de Licenciatura subordinado ao tema:

Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue caso de estudo do PTN^o11 – Distrito de Nacala-Porto. Da autoria de Patrício Bernardo Chibebe.

Considero que todas referências bibliografia estão devidamente citadas.

Instituto Superior Politécnico Universitário de Nacala, 10 de Abril de 2023

Ibraimo Arusse Anli

Supervisor

Folha de Aprovação

No dia _____ do mês _____ do ano dois mil e _____, foi avaliado a apresentação e defesa oral do Trabalho de Fim do Curso do Estudante Patrício Bernardo Chibebe, do Curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica, com título: Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue caso de estudo do PT N^o 11 – Distrito de Nacala-Porto.

Constituição do Júri

Presidente: _____

Oponente: _____

Supervisor: _____

Assim, por deliberação do Júri, obteve a seguinte classificação:

Trabalho Escrito: _____ (_____)

Apresentação e Defesa Oral: _____ (_____)

Média do Trabalho de Fim de Curso: _____ (_____)

O Estudante obteve o grau de Licenciado no Curso de Engenharia Eléctrica

Com a Média Final de:

_____ (_____)

O Júri

O Presidente

O Oponente

O Supervisor

Dedicatória

Dedico este trabalho de monografia aos meus Pais Bernardo Machaculeha Machunguelane Chibebe e Ana Coimbra João Chibebe (em memória) e a todos os Estudantes do curso de Engenharia Eléctrica, em especial ao do Instituto Superior Politécnico de Nacala, que sempre me dirigiram palavras de apreço e de encorajamento para minha formação académica.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a Deus pelo dom da vida e por ter protegido para poder trilhar a caminhada com saúde, força, e capacidade de desfrutar dos saberes ministrados pelo Instituto Superior Politécnico de Nacala, de seguida agradecer aos meus Pais Bernardo Machaculeha Chibebe e Ana Coimbra João Chibebe (em memória), que em cada dia que passava não mediam esforço para que sempre fosse para frente com vontade e toda coragem, incentivando-me para que sempre me dedicasse aos estudos, e finalmente um especial agradecimento ao docente supervisor Ibraimo Arusse Anli pela orientação e dedicação no apoio em todas as etapas deste trabalho.

Epígrafe

(Só sei que nada sei)

Sócrates

Resumo

O presente trabalho apresenta uma proposta de redimensionamento de um Posto de Transformação e estratégias para reduzir às vulnerabilidades existente na rede de distribuição de baixa tensão como forma para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no bairro de Naherengue ponto de entrada ao maior ponto turístico do distrito de Nacala-Porto. Actualmente em Nacala-Porto existe um cenário em que os postos de transformação são montados à mando das concessionárias sob contratação das entidades que estão ao serviço da EDM, e para se conceber um projecto de planeamento de rede de Média Tensão, é feita pela Direcção de Planeamento de Sistemas e Engenharia da EDM é responsável pelos estudos de viabilidade e de investimento de todo projecto de expansão. Através de cálculos conclusivos demonstrados no trabalho, propõe-se a instalação de um Posto de Transformação de 630kVA de potência montados numa linha de distribuição de Média Tensão de 33kV, de modo a poder suprir a demanda necessária para o bairro, considerando o crescimento populacional na ordem de 5% em um período de 5 anos previstos. O orçamento total do trabalho é de 2.715.104,02Mt para aquisição do material, e bem como para pagamento de técnicos e todos outros intervenientes na montagem do Posto de Transformação.

O estudo foi efectuado com base em métodos bibliográficos, estatísticos, comparativo e de observação directa em volta do bairro de Naherengue, e também no uso de método descritivo. E para demonstração de cálculos, tabelas, gráficos foi através do Microsoft Excel.

Palavra-chave: Redimensionamento de um Posto de Transformação, como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica.

Abstract

The present work presents a proposal for resizing a Transformation Station and strategies to reduce the existing vulnerabilities in the low voltage distribution network as a way to improve the quality of Electricity in the neighborhood of Naherengue, the entry point to the largest tourist office in the district of Nacala-Porto. Currently in Nacala-Porto there is a scenario in which the transformer stations are assembled at the behest of the concessionaires under contract of the entities that are at the service of the EDM, and in order to conceive a project of planning of the Medium Voltage network, it is done by the Directorate of Systems Planning and Engineering at EDM is responsible for the feasibility and investment studies of the entire expansion project. Through conclusive calculations demonstrated in the work, it is proposed the installation of a 630kVA Power Transformation Station mounted on a 33kV Medium Voltage distribution line, in order to be able to supply the necessary demand for the neighborhood, considering the population growth in the area. Order of 5% over a period of 5 foreseen years. The total budget for the work is 2.715.104,02 Mt for the acquisition of material, as well as for the payment of technicians and all other participants in the assembly of the Transformation Station.

The study was carried out based on bibliographic, statistical, comparative and direct observation methods around the neighborhood of Naherengue, and also the use of a descriptive method. And for demonstration of calculations, tables, graphics was through Microsoft Excel.

Keyword: Resizing of a Transformation Station, as a strategy to improve the quality of Electric Power.

Lista de Abreviaturas

AD – Armário de Distribuição;
ASC – Área de Serviço ao Cliente;
AO – Área Operacional;
AT – Alta Tensão;
BIL– Basic Insulation Level;
BT – Baixa Tensão;
BTN – Ligação de Baixa Tensão Normal;
BTE – Ligação de Baixa Tensão Especial;
CA – Corrente Alternada;
CEMIG – Companhia Energética de Minas;
CIE – Comissão internacional de Iluminação;
DEP – Departamento de Estatística e Planeamento;
DL – Decreto-Lei;
DST – Descarregadores Sobre tensão;
DTI – Direcção de Tecnologia e Inovação;
EDM – Electricidade de Moçambique;
EDP – Energias de Portugal;
ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos;
EP – Energia de Perdas;
EPR – Borracha Etil-propílica Blindagem;
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers;
IEC – Comissão Internacional Electrotécnica;
IES – Sociedade de Engenharia de Iluminação;
IP – Iluminação Pública;
MT – Média Tensão;
ORD – Operador da Rede de Distribuição;
PEX – Polietileno reticulado;
PFE – Ponto de Fornecimento de Energia;
Progov – programa de governação autárquica e democrática;
PSC – Posto de Seccionamento de Cliente;

PT – Posto de Transformação;

PT AI – Posto de Transformação Aéreo com Interruptor;

PT AS – Posto de Transformação Aéreo com Seccionador;

PTC – Posto de Transformação de Cliente;

PTD – Posto de Transformação de Distribuição;

PTS – Posto de Transformação e Seccionamento;

PVC – Policloreto de Vinilo;

QGBT – Quadro Geral Baixa Tensão;

QMT – Quadro de Média Tensão;

RDBT – Redes de Distribuição de Electricidade em Baixa Tensão;

RESP – Rede Eléctrica de Serviço Público;

RIP – Rede de Iluminação Pública;

RMT – Rede de Média Tensão;

RSICEE – Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas;

RSIUEE – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica;

RSRDEEBT – Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão;

RSSPTS – Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento;

RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão;

SE – Subestação;

Lista de Símbolo

% – Percentagem;

ΔU – Queda de tensão [V];

Al – Símbolo químico do alumínio;

Cu – Símbolo químico do cobre;

F – Força proveniente da acção do vento [N];

f – Frequência[Hz];

Fe – Força Electromagnética [N/cm²];

I_{cc} – Corrente de curto-circuito [A];

I_d – Corrente de Descarga [A];

I_n – Corrente nominal [A];

I_s – Corrente de Impulso [kA];

K – Coeficiente que está dependente da natureza dos condutores;

MW – Megawatt;

P – Potência [W];

R – Resistência do condutor [Ω];

S – Potência Aparente [VA];

S_i – Potencia Instalada [kVA];

S_n – Potência nominal [kVA];

T – Tempo de duração do curto-circuito [s];

T_x – Taxa de Crescimento [%];

U_s – Tensão Simples [V];

U_c – Tensão composta [V];

U_n – Tensão nominal [V];

W – Watt;

Z_{eq} – Impedância equivalente [Ω].

Lista de Figuras

Figura 1: Posto de Transformação	22
Figura 2: Posto de transformação integrado em edifício.....	26
Figura 3: Posto de transformação em cabina alta	27
Figura 4: Esquema Eléctrico do Posto de Transformação de Cabina Alta do Tipo CA2	28
Figura 5: Postos de transformação em cabina baixa	30
Figura 6: Posto de transformação em cabina baixa pré-fabricada	31
Figura 7: Postos de transformação aéreos	33
Figura 8: Posto de transformação em gaiola	34
Figura 9: Transição Rede Aérea/Rede Subterrânea	35
Figura 10: Isolador típico de apoio de um PT	36
Figura 11: Isoladores de Passagem.....	37
Figura 12: Corta-circuitos fusíveis Drop out.....	37
Figura 13: Disjuntor Tripolar	38
Figura 14: Interruptor típico de um PT	39
Figura 15: Esquema típico de um seccionador	39
Figura 16: Interruptor – Seccionador	40
Figura 17: Interruptor-Seccionador-Fusível	41
Figura 18: Pará-raios para posto de transformação.....	41
Figura 19: Quadro Geral de Baixa Tensão	42
Figura 20: Regime TN-C.....	44
Figura 21: Regime TN.....	45
Figura 22: Ligação aos eléctrodos de terra.....	46
Figura 23: Armários de distribuição com ligação de neutro à terra.....	47
Figura 24: Ligação de terra a um Equipamentos de rede aérea	48
Figura 25: Terra de proteção	49
Figura 26: Terra de serviço.....	50
Figura 27: Vista aérea do Bairro de Naherengue.....	122
Figura 28: Localização geográfica do Bairro em terreno em camada	123
Figura 29: Electródo de terra ligado à Posto de Transformação aéreo	124
Figura 30: Esquema unifilar de um PTS de cabina baixa com QMT	125

Figura 31: Planta e Cortes de um PTS de Cabina Baixa do tipo CBL.....	126
Figura 32: Transformador de corrente numa cela de contagem posto de transformação	126
Figura 33: Esquema Unifilar de um PTS de cabina baixa do tipo CBL	127
Figura 34: Montagem de DST directamente na Cuba do PTCA	127
Figura 35: Posto de Transformação aéreo do tipo AS	128
Figura 36: Facturação por Categoria.....	128
Figura 37: Principais tipos de Distribuição de Iluminação	129
Figura 38: Artigos usados para cálculo de Taxa de Energia em Média Tensão.....	130
Figura 39: Causas de incêndio dos transformadores.....	131
Figura 40: Distribuição estatística de defeitos em transformadores com isolamento a óleo	131

Lista de Tabelas

Tabela 1: Limites Geográficos.....	20
Tabela 2: Barramento de 33kV.....	21
Tabela 3: Barramento de 11kV.....	21
Tabela 4: Caracterização da rede de distribuição.....	23
Tabela 5: Dimensões das Cabines Posto Transformação Cabine Alta PTCA.....	28
Tabela 6: Potência instalada dos Transformadores.....	28
Tabela 7: Dimensões de Cabines PTCB.....	30
Tabela 8: Matriz de frequência de manutenção.....	52
Tabela 9: Frequência das operações de manutenção de PT de serviço público.....	53
Tabela 10: Tarefas da Manutenção Preventiva.....	53
Tabela 11: Grupo de ligações mais habituais em transformadores MT/BT.....	54
Tabela 12: Levantamento de Cargas.....	74
Tabela 13: Factor de Utilização e de simultaneidade de várias instalações.....	99
Tabela 14: Demanda de apartamento em função da área útil.....	100
Tabela 15: Principais grupos de ligações.....	101
Tabela 16: Significado da codificação do grau de protecção pelos invólucros.....	102
Tabela 17: Critério base de aplicação dos vários regimes de neutro de acordo com vários parâmetros característicos das redes e equipamentos de BT.....	104
Tabela 18: Valores típicos de resistividade do solo.....	105
Tabela 19: Valor recomendados de terra de protecção em instalações tipo.....	106
Tabela 20: Resistência equivalente para número de haste.....	106
Tabela 21: Tensões nominais de sistemas 1 kV U_n <math><35</math> kV e tensões máximas correspondentes para equipamentos (IEC).....	107
Tabela 22: Potências mínimas usadas no dimensionamento das instalações habitacionais.....	107
Tabela 23: Calibre máximo do fusível BT que garante selectividade com fusível MT.....	108
Tabela 24: Elo Fusíveis para Transformador de Distribuição.....	108
Tabela 25: Características Eléctricas dos Cabos VV, VAV.....	109
Tabela 26: Cabos para redes subterrâneas de distribuição.....	110
Tabela 27: Capacidade de condução de corrente.....	111
Tabela 28: Característica do Cobre e Alumínio.....	111
Tabela 29: Corrente Máxima admissíveis por condutor ao ar livre.....	112
Tabela 30: Factores de demanda de motores eléctricos.....	113
Tabela 31: Limitações e Dimensionamento para Unidades Consumidoras.....	114
Tabela 32: Ficha de Inspeção de Posto de Transformação Aéreos.....	115
Tabela 33: Principais Característica de Luminárias usadas na Iluminação Pública.....	117
Tabela 34: Tabela Abreviatura Normativa Internacional.....	117
Tabela 35: Custo total de material para Implementação de Montagem do PT no Bairro de Naherengue.....	118

Lista de Gráfico

Gráfico 1: Número de cortes de energia eléctrica ao mês	63
Gráfico 2: Nível de Protecção.....	64
Gráfico 3: Número de electrodoméstico por moradores	65
Gráfico 4: Factores de Queda tensão	66
Gráfico 5: Acrescimento na qualidade de energia eléctrica	68
Gráfico 6: Disposição das Estruturas EDM.....	69
Gráfico 7: Minimização de Vulnerabilidade na rede de Distribuição	70

Formulação do Problema

Devido ao crescente aumento de número de novos consumidores de energia eléctrica por parte dos clientes da concessionária Electricidade de Moçambique referente ao Bairro de Naherengue PTNº11, tem se verificado aumento da demanda e quedas de tensões na rede de distribuição e iluminação pública com baixa eficiência luminosa, contudo não obstante a fraca capacidade de responder às solicitações de novos contratos de fornecimento de energia eléctrica, dando origem assim a sobrecarga do Posto de transformação causando, redução na qualidade de energia eléctrica Neste Bairro, constatou-se o seguinte:

- Existência de uma rede de Baixa Tensão extensa que não verifica o rácio de 80 consumidores por PT;
- Existência de ramificações irregulares de energia eléctrica até mais de 5 casa;
- Posto de transformação sem alguns órgãos de protecção;
- Alguns condutores de baixada sem isolação, outros com isolação baixa e inadequada para aquela função;
- Baixa eficiência luminosa por parte das luminárias aos clientes.

Delimitação do Tema

Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue caso de estudo do PT Nº 11 – Distrito de Nacala-Porto.

Justificativa

Tendo em conta crescente número de clientes consumidores de energia eléctrica fornecida pela Electricidade de Moçambique no Bairro de Naherengue, o aumento de residências, lojas, e outros estabelecimentos deu origem a quedas de tensões e sobrecargas na rede pública de distribuição e de seguida para responder a novas solicitações de demanda de novos contratos de fornecimento de energia eléctrica houve a necessidade de efectuar o estudo de uma proposta de redimensionamento do Posto de Transformação N^o 11 do Bairro de Naherengue, o estudo servira como uma ferramenta permitindo ser usado para auxilio de implementação de um novo Posto de transformação naquele ponto, que estará de acordo RTIEBT e sendo um modelo padrão na qualidade de Energia Eléctrica, (e conseqüentemente com a possível implementação de novo PT, haverá decréscimo da queda de tensão para níveis padronizados e recomendáveis, e se vai mitigar a sobrecarga), sendo assim haverá um incremento na expansão da rede de distribuição com abertura de oportunidades de novos contratos de ligação de fornecimento de energia eléctrica, garantindo melhoramento da qualidade de Energia Eléctrica aos clientes que usam a rede de distribuição afectos na inserção de novo Posto de transformação.

Objectivos

Objectivo Geral

O presente trabalho tem como objectivo geral estudar a possibilidade da implementação Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de Energia Eléctrica no Bairro do Naherengue caso de estudo do PT N^o 11 Distrito de Nacala-Porto.

Objectivos específicos

O presente trabalho tem os seguintes objectivos específicos:

- Demonstrar a teoria por de trás da tecnologia dos Postos de Transformação;
- Avaliar e projectar estratégias para mitigar as vulnerabilidades e fragilidades na rede de baixa tensão;
- Fazer Levantamento de cargas do local que esteja conectado com PT N^o 11;
- Especificar os lotes com maior carga;
- Estimar a potência a se instalar no transformador que irá alimentar o Bairro;
- Dimensionar os dispositivos de protecção e especificar os demais componentes necessários para o funcionamento do novo Posto de Transformação;
- Calcular o custo para implementação de um novo posto de transformação e avaliar os impactos financeiros para projecção do projecto.

Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em quatro capítulos, incluindo este capítulo 1 introdutório (no qual é feita a delimitação do Tema, Justificação, apresentação dos objectivos gerais e específicos).

No capítulo 2 é apresentada a teoria referente aos Posto de Transformação, abrangendo sua definição, caracterização, classificação, constituição e algumas regras usadas na ligação de sistema de aterramento e bem como referenciação de manutenção abrangente nos Postos de Transformação.

No capítulo 3 é apresentada informação de procedimentos metodológicos usados para a colecta de dados e bem como às técnicas de análise de dados.

No capítulo 4 é feita redimensionamento de Posto de Transformação através de cálculos matemáticos, e também são feitas considerações da estimativa do custo para implementação de um novo Posto de Transformação.

E por fim, são apresentadas as conclusões recomendações que reflectem os objectivos do trabalho.

Índice

Dedicatória.....	6
Agradecimentos	7
Epígrafe	8
Resumo	9
Abstract	10
Lista de Abreviaturas	11
Lista de Símbolo	13
Lista de Figuras.....	14
Lista de Tabelas	16
Formulação do Problema.....	18
Delimitação do Tema	19
Justificativa.....	20
Objectivos.....	21
Objectivo Geral	21
Objectivos específicos	21
Organização do Trabalho	22
Introdução.....	19
Capítulo II.....	20
2. Fundamentação Teórica.....	20
2.1. Descrição do Bairro de Naherengue	20
2.2. Constituição das linhas de Média Tensão da Subestação de Nacala-Porto	21
2.2.1. Barramento de 33kV e Ponto de Entrega	21
2.2.2. Barramento de 11kV e Ponto de Entrega	21
2.3. Conceitos de Posto de Transformação	22
2.3.1. Caracterização das Infra-estrutura da Rede de Distribuição.....	23
2.4. Classificação.....	24
2.4.1. Classificação Quanto à cota de implantação.....	24
2.4.2. Classificação Quanto ao serviço prestado	24
2.4.3. Classificação Quanto à função desempenhada	25
2.4.4. Classificação Quanto à instalação	25

2.4.5. Classificação Quanto ao tipo de alimentação	34
2.4.6. Classificação Quanto ao modo de alimentação.....	34
2.4.7. Classificação Quanto ao modo de exploração	35
2.5. Transição Rede Aérea/Rede Subterrânea.....	35
2.6. Constituição de um Posto de Transformação	36
2.6.1. Isoladores de Apoio	36
2.6.2. Isoladores de Passagem	36
2.6.3. Órgão de Protecção	37
2.6.4. Órgão de Seccionamento	38
2.6.5. Pára-raios	41
2.6.6. Quadro Geral de Baixa Tensão	42
2.7. Protecção contra contactos directos indirectos	43
2.7.1. Regras para ligação de terra das instalações de Média Tensão.....	43
2.7.2. Regimes de aterramento de Posto de Transformação	43
2.7.3. Procedimentos de ligação de eléctrodo terra nos postos de transformação e seus componentes	45
2.8. Manutenção de Postos de Transformação	51
2.8.1. Manutenção Preventiva	51
2.8.2. Manutenção preventiva condicionada	51
2.8.3. Prática Corrente de Manutenção dos Posto de Transformação de Serviço Público	52
2.9. Principais grupos de ligações de transformadores de MT/BT	54
Capítulo III	55
3. Metodologia	55
3.1. Escolhas metodológicas e técnicas de pesquisa	55
3.1.1. Pesquisa quanto aos Objectivos	56
3.1.2 Pesquisa quanto à natureza	57
3.1.3. Classificações quanto à escolha do objecto de estudo.....	58
3.1.4. Classificação quanto à técnica de colecta de dados	59
3.1.5. Classificação quanto a técnicas de análise de dados	61
Capítulo IV	63
Análise e Interpretação dos dados e apresentação dos resultados	63

1 Número de Interrupções mensal de Energia Eléctrica no Bairro de Naherengue	63
2 Qualidades dos sistemas de protecção contra defeitos	64
Condição de protecção	64
3 e 4 Estágio de Evolução de uso de Electrodomésticos	65
5 Factores que influênciam a queda de tensão	66
6 Formas de Melhorar a qualidade de Energia Eléctrica	68
7 Disposição das Estruturas e Infra-estruturas Eléctrica da EDM	69
8 Mecanismo para controlo de Vulnerabilidade na rede de Distribuição	70
Dimensionamento de Posto de Transformação para Bairro de Naherengue	72
Memória descritiva e Justificativa	73
Levantamento de Cargas parciais do local	74
Demonstração dos Cálculos das cargas.....	75
Potência total dos Lotes ABC.....	78
Dimensionamento de Transformador.....	78
Determinação da potência necessária do transformador segundo crescimento populacional	78
Dimensionamento de aparelhagem e equipamentos de chegada	79
Dimensionamento de Barramento de Baixa Tensão	81
Dimensionamento de quadro de Baixa tensão (BT)	84
Dimensionamento de cabos de Baixa Tensão (BT).....	87
Dimensionamento da secção mínima para o aquecimento em casos de curto-circuito	88
Dimensionamento do cabo entre quadro até ao primeiro poste (saídas).....	90
Dimensionamento do sistema de Aterramento	90
Conclusão	93
Recomendações	95
Bibliografia	96
Anexos.....	98

Introdução

Nos últimos anos, o distrito de Nacala-Porto tem registado consideráveis índices de crescimento populacional acompanhados por um processo de urbanização acelerado, o qual, proporciona o aumento do consumo de energia eléctrica e, como resultado tem-se verificado maior incremento de construção de diversas infra-estruturas ao longo do bairro de Naherengue. Deste modo a rede de distribuição de energia eléctrica naquele ponto se encontra a funcionar em regime de sobrecarga, e com elevado índice de queda de tensão.

O distrito de Nacala-Porto, sobretudo o Bairro de Naherengue, tem acompanhado um grande registo de crescimento demográfico, daí que com a existência de um posto de transformação, tem gerado um baixo desempenho da rede de distribuição, criando assim mau desempenho do transformador. Outro enorme obstáculo deste distrito consecutivamente o bairro de Naherengue é a grande pressão do sistema eléctrico dada incapacidade de potência para suprir a crescente demanda, em parte causada pelo acelerado crescimento populacional.

Contudo verifica-se com bastante relevância a necessidade de mais um posto de transformação equipamento destinado a receber a energia em média tensão e reduzir em baixa tensão, nos vários aspectos, desde as necessidades básicas, até às secundárias, sendo o posto de transformação equipamento que garante a interligação da rede de distribuição com os demais intervenientes, permitindo a expansão dos lotes em zonas de urbanização.

O principal desafio na implementação de um projecto de redimensionamento de posto de transformação é criar modelo padrão que vai de encontro com certos perfis de locais onde o mesmo será instalado, podendo ser nas zonas industriais onde há maior demanda de carga por causa da máquinas, ou nos bairros que atendem todo tipo de carga, em algum momento deve-se observar diversas variáveis encontradas no local acarretando assim mais investimentos por ter que atender diversidades de cargas, a simplificação de separação de carga por unidade consumidora cada ponto de um determinado local garantiria maior selectividade no controle de falhas causadas pela mesma unidade consumidora que se encontrada num determinado posto de transformação.

Capítulo II

2. Fundamentação Teórica

2.1. Descrição do Bairro de Naherengue

Geograficamente o bairro de Naherengue está localizado no norte da cidade de Nacala-Porto, e em quase toda sua extremidade por baía profundas, o distrito tem divisão administrativa compreende 2 posto administrativo que são Muanona e Mutiva, e o bairro de Naherengue está localizado no posto administrativo de Mutiva. O bairro de Naherengue é considerado a porta de entrada para maior ponto turístico de Nacala-Porta, a praia do Fernão Veloso.

Segundo EDM 2020, a taxa de cobertura de corrente eléctrica no bairro de Naherengue é de 75%.

Segundo Progov o bairro de Naherengue tem cerca de 2433 habitantes, sendo maioritariamente jovens na faixa etária de 18-35 anos de idade.

Os principais clientes consumidores do bairro são:

- Residências;
- CC- Centros Comerciais (Bares, Mercarias, Bancas);
- Estabelecimentos habitacionais - Guest House, Pensões, Casa de aluguel;
- CUP- Centro de Utilidade Publica (Hospital, Mesquitas e Igrejas).

2.1.1. Limites Geográfico do Bairro de Naherengue

Tabela 1: Limites Geográficos

Distrito	Nacala-Porto			
	Norte	Sul	Este	Oeste
Limites	Fernão Velozo	Aeroporto	Muzuane	Mathapué

Fonte: [Autor, 2022]

2.2. Constituição das linhas de Média Tensão da Subestação de Nacala-Porto

Actualmente em Nacala-Porto encontra-se instalado apenas um transformador de 110kV de tensão e 60MVA de potência, que alimenta e distribui todo o distrito, sendo este que alimenta às linhas de distribuição da subestação que está constituído por 2 Barramentos de 11kV e 33kV e cada um distribuí no seu Ponto de Entrega respectivamente.

2.2.1. Barramento de 33kV e Ponto de Entrega

Tabela 2: Barramento de 33kV

Nº	Referência	PE	UL
1.	EL02	Memba	33KV
2.	EL03	Minese	33KV
3.	EL04	Barragem	33KV
4.	EL05	Fernão Velozo	33KV
5.	EL06	Cimentos de Moçambique	33KV
6.	T31	Em desuso	33KV
7.	T33	Transformador da Subestação	33KV

Fonte: [EDM, 2022]

2.2.2. Barramento de 11kV e Ponto de Entrega

Tabela 3: Barramento de 11kV

Nº	Referência	PE	UL
1	GL01	CFM	11KV
2	GL02	Cidade Baixa	11KV
3	GL03	Cidade Alta	11KV
4	GL05	Zona Industrial I	11KV
5	GL06	Zona Industrial II	11KV
6	C39	CLN	11KV
7	BC	Serviços Auxiliares	11KV

Fonte: [EDM, 2022]

2.3. Conceitos de Posto de Transformação

Segundo Gomes Carvalho (2017) **Posto de Transformação** ou simplesmente **PT** é uma instalação onde se procede a transformação da energia eléctrica de média tensão para baixa tensão, alimentando a rede de distribuição de baixa tensão. Os níveis de tensão necessários para a boa estabilidade de um sistema eléctrico são obtidos através das instalações de transformação em que se usam os transformadores, e os Posto de Transformação têm a função de reduzir a tensão de níveis elevados para níveis utilizáveis pelos consumidores finais, que são consumidores industriais e domésticos.

Figura 1: Posto de Transformação



Fonte: [Autor, 2022]

2.3.1. Caracterização das Infra-estrutura da Rede de Distribuição

O facto de a maior parte da população moçambicana residir nas zonas rurais é evidenciado pelos rácios de densificação, que constam da tabela abaixo. Com a excepção da Região da Cidade de Maputo, outras regiões têm uma média de 80 clientes por quilómetro de rede de distribuição em baixa tensão e menos de 1 (um) posto de transformação por quilómetro de rede de média tensão.

Assim, para a universalização do acesso de energia à população, a EDM aposta não só na expansão da rede para novos centros de consumos, mas também com a densificação que consiste em maximizar a exploração das infra-estruturas existentes (Relatório de Contas EDM, 2019).

A tabela abaixo apresenta a caracterização da rede de distribuição.

Tabela 4: Caracterização da rede de distribuição

Descrição dos Elementos da Rede	Unidade	Maputo1	Maputo2	Sul	Centro	Norte	Total
Cumprimento da Rede de Média Tensão	km	918	1813	3971	7037	5756	19495
Cumprimento da Rede de Baixa Tensão	km	2225	5187	3596	6400	6903	24311
Quantidade de Postos de Transmação Públicos	Un	1785	1176	1271	1877	1511	7620
Quantidade de Postos de Transmação Privados	Un	773	1282	599	1443	1060	5157
Rácios de Densificação da Rede de Distribuição							
Densificação da Rede de MT(qtyPT's/km)	un/km	2.79	1.36	0.47	0.47	0.45	0.66
Densificação da Rede de BT(nr Clientes/kmBT)	un/km	147.79	65.16	74.54	97.13	87.02	88.55

Fonte: [Relatório de contas EDM, 2019]

O actual cenário de Nacala-Porto encontra-se um Posto de transformação para uma média de 200 clientes, tendo as mesmas ramificações existente de casa para casa aumentando o rácios de consumidores de potência chegando 1 cliente ramificando até para 5 casas, e a rede de distribuição 2,5km por transformador tendo em alguns casos se estendendo por mas distância.

2.4. Classificação

De Segundo Gomes Carvalho (2017) É possível classificar os postos de transformação quanto:

- I. Classificação quanto a Cota de implantação;
- II. Classificação quanto ao Serviço prestado;
- III. Classificação quanto À função Desempenhada;
- IV. Classificação quanto à instalação,
- V. Classificação quanto ao tipo de alimentação;
- VI. Classificação quanto ao modo de alimentação
- VII. Classificação quanto ao modo exploração.

2.4.1. Classificação Quanto à cota de implantação

Quanto à cota de implantação os postos de transformação podem ser:

- a) De superfície;
- b) Semienterrados;
- c) Enterrados (subterrâneos).

2.4.2. Classificação Quanto ao serviço prestado

Quanto ao serviço prestado, os postos de transformação podem ser:

- a) Posto de Transformação de Distribuição (PTD) – São PT de Serviço Público propriedade do ORD. É aplicável na rede de serviço público, para alimentação de clientes em BT;

- b) Posto de Transformação de Cliente (PTC) – São PT de serviço particular, em que apenas as celas de protecção do transformador são propriedade do cliente, pertencendo as restantes ao ORD. É aplicável nos casos em que o cliente é alimentado em Média Tensão;
- c) Posto de Transformação Privado – São PT de serviço particular, propriedade integral do cliente. Não tendo ligação directa com a rede de serviço público, é aplicável quando existe uma rede privada de distribuição em MT.

2.4.3. Classificação Quanto à função desempenhada

Quanto à função desempenhada, podem se distinguir como:

- a) Posto de transformação;
- b) Posto de transformação e seccionamento.

2.4.4. Classificação Quanto à instalação

Quanto à instalação, os postos de transformação podem ser classificados como:

- Posto de Transformação de Interior
- Posto de Transformação de Exterior

2.4.4.1. Posto de Transformação de Interior

Os Posto de transformação de Interior são instalação estabelecida dentro de construção que constitui protecção suficiente contra intempéries e depósito excessivo de poeiras:

- a) Integrado em edifício para outros usos;
- b) Cabina alta;
- c) Cabina baixa;

d) Construção pré-fabricado Invólucro metálico;

2.4.4.1.1. Posto de transformação integrado em edifício para outros usos

Os postos de transformação integrados em edifícios destinados a outros usos são instalações do tipo interior, concebidas para receber alimentação por linha subterrânea e servir redes também subterrâneas. A Figura mostra um exemplo deste tipo de PT.

Figura 2: Posto de transformação integrado em edifício



Fonte: [Ribeiro da Silva, 2010]

2.4.4.1.2. Posto de transformação em cabina alta

Os PT de cabina alta (ou torre) são instalações do tipo interior, concebidas para receberem alimentação por linha aérea e servir redes também aéreas, sendo que é possível encontrar alguns casos, em que após adaptação, a instalação serve também linhas subterrâneas.

No entanto, este tipo de cabinas, outrora construídas em betão e alvenaria, são hoje em dia objecto de substituição. A sua utilização é restrita aos exemplares já existentes, uma vez que facilmente se procede à passagem de uma linha aérea a subterrânea.

Para além das dimensões e da aparelhagem de protecção, os PT tipo CA1 distinguem-se dos PT tipo CA2 por estarem limitados a transformadores com potência máxima de 250 KVA.

Os CA2 são postos de interior concebidos para receberem alimentação por linha aérea, até tensões de 30 kV e potências até 630 KVA. O esquema eléctrico do posto de transformação em cabine alta do tipo CA2 distingue-se do CA1 por possuir corta-fusíveis no lado da média tensão. A utilização de seccionador é opcional, excepto quando os pára-raios forem instalados no interior do PT, caso em que o seu uso será obrigatório.

Figura 3: Posto de transformação em cabina alta



Fonte: [Alexandre Mealha, 2020]

Tipicamente, como se pode ver nas tabelas a baixo valores de dimensões e potências de Posto Transformação Cabine Alta possuem os seguintes valores:

Tabela 5: Dimensões das Cabines Posto Transformação Cabine Alta PTCA

Posto	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
CA1	2,5	2,5	8,2
CA2	3,0	3,0	8,2

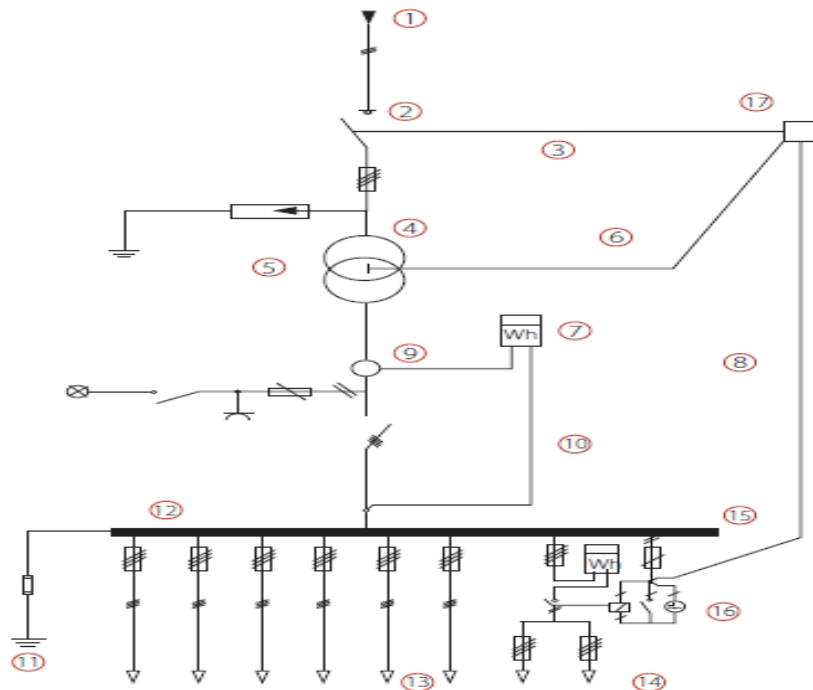
Fonte: [Ribeiro da Silva, 2010]

Tabela 6: Potência instalada dos Transformadores

Posto	Potência (KVA)			
CA1	160	250	-	-
CA2	-	-	400	630

Fonte: [Ribeiro da Silva, 2010]

Figura 4: Esquema Eléctrico do Posto de Transformação de Cabina Alta do Tipo CA2



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

Descrição do Esquema Eléctrico do Posto de Transformação de Cabina Alta do Tipo CA2

1. Alimentação (transformador de potência)

2. Seccionador tripolar para interior
3. Descarregador de sobre tensões
4. Terra de protecção da média tensão
5. Transformador de potência
6. Transformador de corrente
7. Contador de usos gerais
8. Circuito de tomadas e iluminação da cabina
9. Interruptor
10. Fusíveis
11. Terra de protecção de Baixa tensão
12. Barramentos
13. Saídas de usos gerais
14. Saídas de iluminação pública
15. Contador de iluminação pública
16. Controlo e comando de iluminação pública
17. Sistema de protecção contra sobrecargas

2.4.4.1.3. Postos de transformação em cabina baixa

Os postos de transformação em cabina baixa subterrâneos são uma solução muito comum, devido aos custos de implantação, exploração e manutenção mais elevados que os demais tipos de postos de transformação. No entanto, em casos excepcionais, por questões ambientais, estéticas ou de disponibilidade de terreno, poder-se-á optar pela utilização deste tipo de postos de transformação. Este tipo de postos, montados em cabines baixas, possui duas variantes consoante a disposição das suas celas for em U ou em linha, originando, assim, os tipos CBU (cabine baixa em U) e CBL (cabine baixa em linha). Neste caso, possuem alimentação subterrânea em anel, podendo haver uma saída radial, destinam-se a tensões inferiores ou iguais a 30 kV e potências 315 kVA até 630 kVA.

Figura 5: Postos de transformação em cabina baixa



Fonte: [Autor, 2022]

De acordo com a tabela as dimensões da cabine são:

Tabela 7: Dimensões de Cabines PTCB

Posto	Dimensões (m)
CBU	4,0×3,2× 2,5
CBL com saída radial	5,3× 2,5 × 2,5
CBL sem saída radial	4,3× 2,5 ×2,5

Fonte: [Ribeiro da Silva, 2009]

2.4.4.1.4. Posto de transformação em cabina baixa pré-fabricada

Posto de transformação em cabina baixa pré-fabricada são instalações em cabinas baixas de construção tradicional, as cabinas pré-fabricadas são instalações do tipo interior, concebidas para receber alimentação por linha subterrânea e servir redes também subterrâneas.

A moderna abordagem ao projecto de postos de transformação incide essencialmente na opção pela solução pré-fabricada, modular ou compacta, em detrimento da construção tradicional.

As cabinas pré-fabricadas apresentam diversas formas e dimensões, e podem ser produzidas com recurso a vários materiais como betão armado, aço, alumínio, fibra de vidro, etc.

De acordo com o modo de acesso aos equipamentos de MT e BT para manobras, as cabinas pré-fabricadas podem ter duas concepções:

- a) Manobra interior;
- b) Manobra exterior.

Figura 6: Posto de transformação em cabina baixa pré-fabricada



Fonte: [Autor, 2022]

2.4.4.2. Posto de Transformação de Exterior

Posto de Transformação de Exterior – são PT em que a instalação é estabelecida em regra ao ar livre o que não confere protecção contra intempéries e depósitos de poeiras, é de destacar os principais tipos:

- I. Posto de Transformação Aéreo;
- II. Posto de Transformação em Gaiola.

2.4.4.2.1. Postos de transformação aéreos

Segundo Augusto Gomes (2018) Posto de transformação aéreo é composto por um transformador de potência instalado em postes de betão armado ou de madeira, concebido para receber alimentação via aérea e servir redes baixa tensão aéreas ou subterrâneas. Toda a aparelhagem de média tensão é do tipo exterior, de isolamento e corte no ar, cujos valores estipulados devem ser adequados à tensão da rede e potência do transformador.

Os postos de transformação do tipo aéreos devem ser sempre protegidos contra sobre tensões. Os descarregadores devem ser montados na cuba do transformador e as ligações ao equipamento a proteger ligação de fase e ligação de terra, devem ser o mais curta e directa possível. O QGBT é instalado a uma altura conveniente para ser manobrado do solo. Os PTS aéreos são habitualmente utilizados em zonas rurais ou semi-urbanas, sendo a potência do transformador limitada a 250kVA, não tendo a função de seccionamento (apenas Posto de Transformação – PT).

Dependendo do modo de ligação do transformador à rede aérea MT, os PT aéreos assumem as seguintes variantes:

- Tipo A: Ligação directa sem seccionador; transformadores até 100 kVA (25-50-100 kVA).
- Tipo AS: com seccionador; transformadores até 100 kVA (25-50-100 kVA).
- Tipo AI: com interruptor; transformadores até 250 kVA (160-250 kVA).

Figura 7: Postos de transformação aéreos



Fonte: [Autor, 2022]

2.4.4.2.1. Posto de transformação em gaiola

O Posto de transformação em gaiola é uma solução com utilização muito pontual em zonas rurais devidos incidências de animais e, portanto muito rara e difícil de encontrar, devido a restrição na sua aplicabilidade. Não sendo uma solução normalizada. No entanto, é sabido que existem alguns exemplares em Portugal, que têm vindo a ser substituídos por outro tipo de postos, nomeadamente por postos de cabina baixa.

Figura 8: Posto de transformação em gaiola



Fonte: [Alexandre Mealha,2020]

2.4.5. Classificação Quanto ao tipo de alimentação

Quanto à instalação, os postos de transformação podem ser alimentados por:

- a) Linha aérea – o PT recebe a linha eléctrica via aérea, mantendo-se os cabos a uma altura conveniente do solo;
- b) Linha subterrânea – o PT recebe a linha eléctrica via subterrânea, mantendo-se os cabos enterrados no solo, ou instalados em galerias, túneis ou caleiras.

2.4.6. Classificação Quanto ao modo de alimentação

Quanto ao modo de alimentação, os postos de transformação podem assumir as seguintes configurações:

- a) Radial (antena) – a alimentação é garantida por uma única entrada;
- b) Anel – a alimentação pode ser garantida por duas entradas distintas, o que possibilita a alimentar o PT mesmo que uma das entradas se encontre fora de serviço.

2.4.7. Classificação Quanto ao modo de exploração

Quanto ao modo de exploração, os postos de transformação poderão ser de condução:

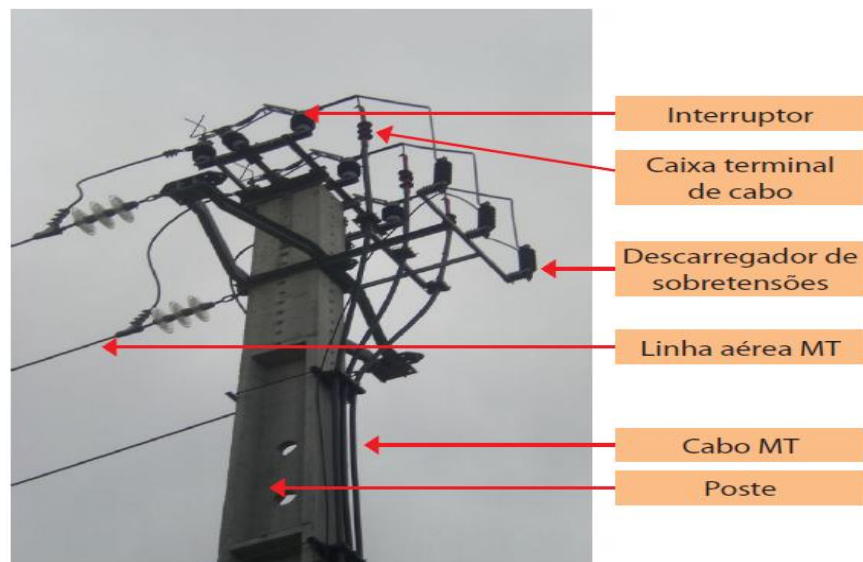
- a) Manual – operação da aparelhagem MT é efectuada manualmente no PT e prevalece sobre comandos automáticos;
- b) Automática – operação da aparelhagem MT é efectuada via telecomando.

2.5. Transição Rede Aérea/Rede Subterrânea

De acordo com Manuel Bolotinha (2018) quando uma rede aérea se destina a ligar a um Posto de Transformação de cabina baixa ou pré-fabricado ou quando uma rede aérea passa a rede subterrânea numa zona suburbana ou urbana, e necessário proceder a uma transição rede aérea/rede subterrânea.

Essa transição é efectuada num apoio específico da linha aérea, onde é instalada uma caixa terminal de cabo e descarregadores de sobre tensões para a protecção contra descargas atmosféricas. Em algumas situações e também instalado um interruptor ou um seccionador para isolar o troco subterrâneo.

Figura 9: Transição Rede Aérea/Rede Subterrânea



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

2.6. Constituição de um Posto de Transformação

Um Posto de Transformação é constituído por 6 principais elementos essenciais, dentre eles são os seguintes:

2.6.1. Isoladores de Apoio

Isoladores de apoio são geralmente de porcelana podem ter a superfície lateral lisa ou com filetes, estes últimos são usados em regiões muito húmidas ou sujeitas a poeiras, os mesmos tem como função evitar a passagem de corrente do condutor ao apoio ou suporte e sustentar mecanicamente os cabos. Nas linhas aéreas de média tensão até 30 kV inclusive, podem utilizar-se isoladores rígidos, de eixo vertical ou de eixo horizontal e isoladores de cadeia.

Figura 10: Isolador típico de apoio de um PT



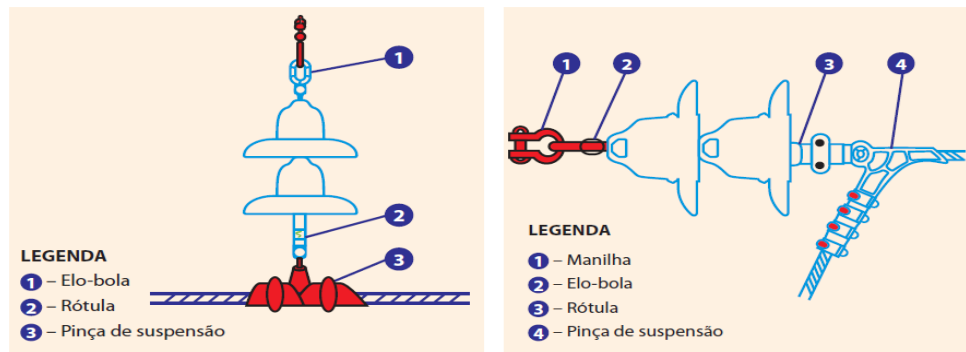
Fonte: [Preza de Araújo, 2009]

2.6.2. Isoladores de Passagem

São geralmente de porcelana furados em todo o seu comprimento para permitirem a colocação do condutor que os atravessa de topo a topo. Nas linhas eléctricas aéreas, os condutores devem estar isolados dos apoios correspondentes regra geral, os condutores empregam-se quase sempre nus, sem isolamento próprio sendo assim, há necessidade de um elemento intermédio,

denominado isolador, de boas propriedades dielétricas, que isole totalmente os condutores em tensão dos apoios que Suportam a linha [EDP, 1992].

Figura 11: Isoladores de Passagem



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

2.6.3. Órgão de Protecção

2.6.3.1. Curto-circuitos fusíveis

De acordo com Gernylano (2011) os curto-circuitos fusíveis ou simplesmente drop out fuse são para protecção contra sobreintensidades dos circuitos de média tensão e dos transformadores são tubulares e o fio calibrado é instalado no interior do tubo.

Figura 12: Corta-circuitos fusíveis Drop out



Fonte: [Daelim Belefic, 2022]

2.6.3.2. Disjuntor

De acordo com Niskier (2013) disjuntores são equipamentos de protecção e manobra, capaz de conduzir e interromper corrente eléctrica em condições normais ou em condições anormais sendo considerados como condição anormais efeitos provenientes de curto-circuito ou sobre corrente.

Figura 13: Disjuntor Tripolar



Fonte: [Preza de Araújo, 2009]

2.6.4. Órgão de Seccionamento

2.6.4.1. Interruptores

Os interruptores são aparelhos destinados a ligar ou a desligar um circuito em carga, dotados de poder de corte garantido, possuindo duas posições distintas, uma de abertura e outra de fecho, nas quais se mantêm sem a interferência de qualquer acção exterior.

Figura 14: Interruptor típico de um PT

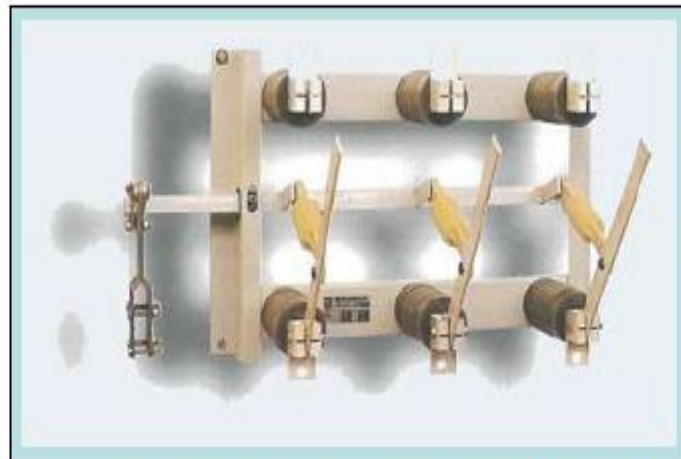


Fonte: [Preza de Araújo, 2009]

2.6.4.2. Seccionadores

Segundo João Mamede (2002) seccionadores são aparelhos destinados a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não terem poder de corte garantido, não devem ser manobrados em carga. Deste modo, os seccionadores devem ser manobrados apenas após corrente.

Figura 15: Esquema típico de um seccionador



Fonte: [Preza de Araújo, 2009]

2.6.4.3. Interruptor – Seccionador

O interruptor-seccionador são órgão de seccionamento que equipa os postos de transformação aéreos do tipo AI e deverá ter uma intensidade nominal não inferior a 200A e deverá possuir um poder de fecho adequado a potência de curto-circuito da rede de média tensão previsível no ponto de instalação do posto de transformação. Deve ter um poder de corte nominal mínimo de cargas principalmente activas de 31,5 A.O interruptor-seccionador deve ser comandado mecanicamente através de vara de comando e ser colocado, preferencialmente, na face do poste oposta a do Quadro Geral de Baixa Tensão.

Figura 16: Interruptor – Seccionador



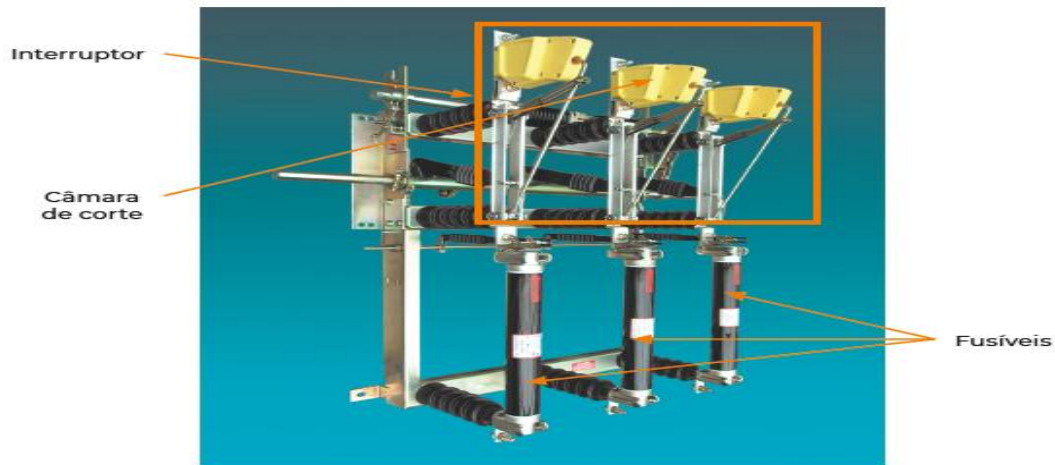
Fonte: [Carvalho, 2018]

2.6.4.5. Interruptor-Seccionador-Fusível

O interruptor-seccionador-fusível destina-se a permitir manobra em carga, os fusíveis a actuar em caso de curto-circuito e os relés, se houver, a provocar a abertura automática somente no caso de sobrecarga. Eventualmente com relés, conjugado com corta-circuitos fusíveis em que o elemento fusível está fechado, de modo que a sua fusão não pode provocar qualquer acção exterior prejudicial à segurança das pessoas ou à conservação dos objectos próximos. São usados transformadores MT/BT dos Postos de transformação (de serviço público ou privados) com

potências até 630kVA (embora nalguns casos se estenda até aos 1250 kVA), é habitual utilizarem-se fusíveis associados a interruptores, como se ilustra na figura abaixo.

Figura 17: Interruptor-Seccionador-Fusível



Fonte: [Manuel Bolotinha,2019]

2.6.5. Pára-raios

De acordo com José Carvalho (2020), Pára-raios é uma haste de metal, normalmente de cobre ou alumínio, destinado a dar protecção a edificações (instalações) atraindo as descargas eléctricas atmosféricas, raios, para as suas pontas e desviando-as para o solo através de cabos de pequena resistência eléctrica. Como o raio tende a atingir o ponto mais alto de uma área em que o mesmo se encontra instalado.

Figura 18: Pára-raios para posto de transformação



Fonte: [Delmar, 2006]

2.6.6. Quadro Geral de Baixa Tensão

O QGBT encontra-se instalado a jusante do transformador, e é constituído por interruptor ou disjuntor geral que permite fazer o corte geral do QGBT e elementos de protecção (fusíveis ou disjuntores) que vão proteger as diferentes saídas de distribuição, e é também constituído de barramentos, elementos de medida como (transformadores de medida e contadores)

Figura 19: Quadro Geral de Baixa Tensão



Fonte: [Autor, 2022]

2.7. Protecção contra contactos directos indirectos

2.7.1. Regras para ligação de terra das instalações de Média Tensão

Os sistemas de distribuição de MT/BT baixa tensão devem possuir um sistema de aterramento que, de acordo com a NBR 5410, devesse obedecer a um dos esquemas indicados a seguir.

Em cada um dos esquemas, a simbologia utilizada representa:

Primeira letra: situação da alimentação em relação a terra:

T- um ponto directamente aterrado;

I- Isolação de todas as partes vivas em relação a terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância.

Segunda letra: situação das massas da instalação eléctrica em relação a terra:

T- massas directamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;

N- massas ligadas directamente ao ponto de alimentação aterrado (em CA, normalmente o neutro).

2.7.2. Regimes de aterramento de Posto de Transformação

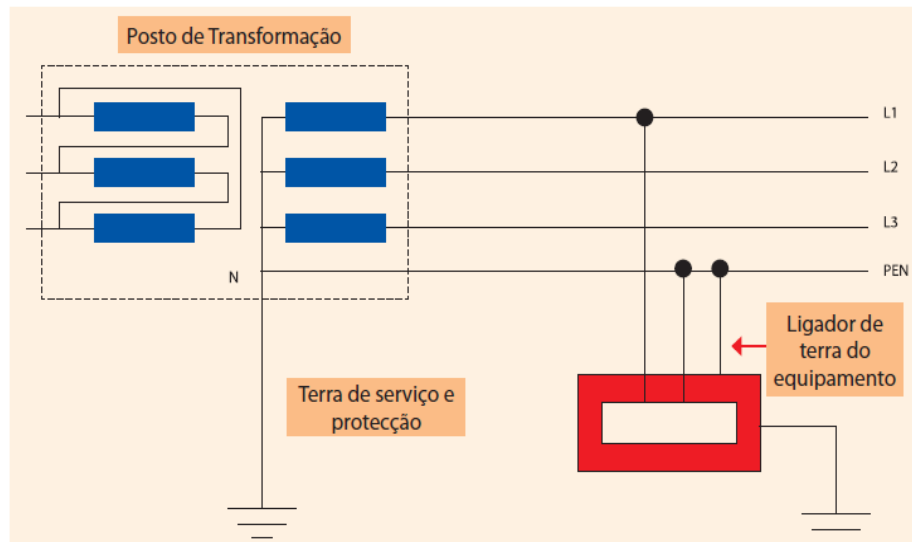
2.7.2.1. Regime TN-C

Tem As funções de neutro e de protecção são combinadas em um único condutor em toda a instalação, dessa forma este esquema mesmo sendo normalizado não é indicado em certas instalações, uma vez que a terra e o neutro são constituídos pelo mesmo condutor.

Neste sistema o condutor tem também a função de condutor de protecção, sendo que é proibido cortar o neutro (não protegido). A protecção contra contactos indirectos é assegurada pelos dispositivos de protecção contra sobreintensidades como disjuntores ou fusíveis. Estes sistemas

representam uma economia na instalação dado que utiliza menos um condutor, João Sales Machado (2018).

Figura 20: Regime TN-C



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

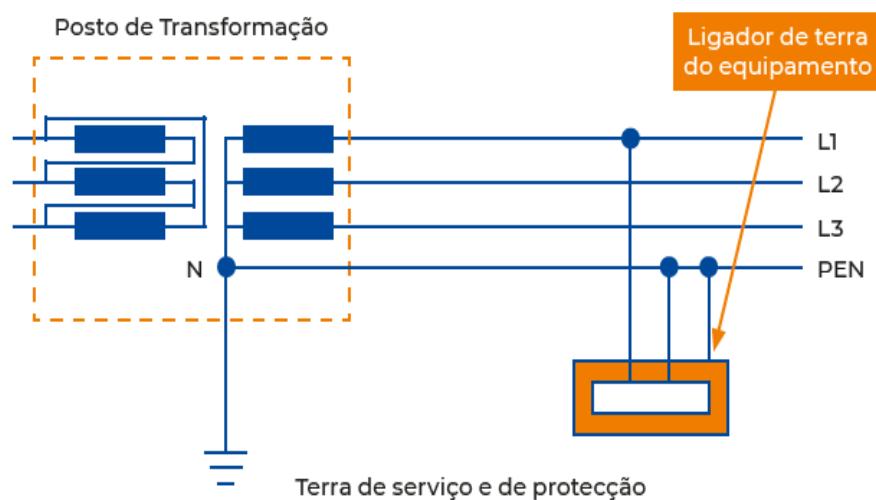
2.7.2.2. Regime TN

O esquema TN pressupõe, de acordo com as RTIEBT, que todas as massas da instalação devem ser ligadas ao ponto da alimentação ligado à terra, próximo do transformador de alimentação da instalação, por meio de condutores de protecção e que o ponto de alimentação ligado à terra é, em regra, o ponto neutro. Devido às características deste sistema de terras, as correntes de defeito previsíveis são relativamente elevadas, sendo geralmente suficientes para a actuação das protecções contra sobreintensidades.

Para garantir menor índice de acidente pelos contactos com as massas, as pessoas e os animais devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contacto com as massas, em caso de defeito. Esta protecção pode ser feita de acordo com as RTIEBT, e ser garantida por um dos métodos seguintes:

- Medidas que impeçam a corrente de defeito de percorrer o corpo humano ou o corpo de um animal;
- Protecção por utilização de equipamentos da classe II (RSIUEE), ou por isolamento equivalente;
- Protecção por recurso a locais não condutores;
- Protecção por ligações equipotenciais em locais não ligados à terra;
- Protecção por separação eléctrica.

Figura 21: Regime TN



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

2.7.3. Procedimentos de ligação de eléctrodo terra nos postos de transformação e seus componentes

2.7.3.1. Linhas aéreas de Média Tensão

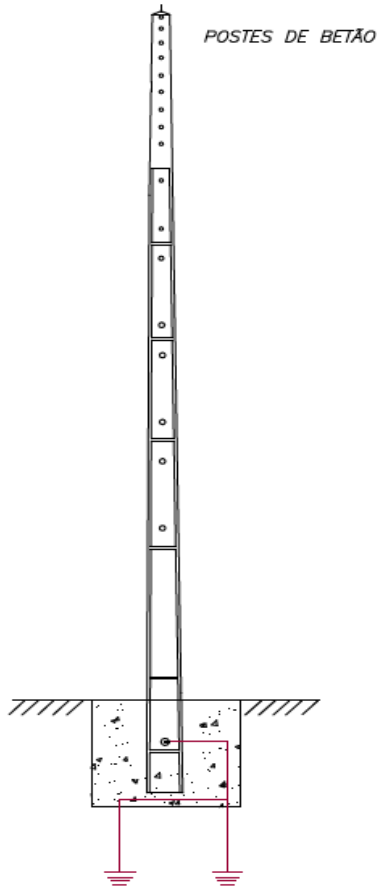
Nas linhas aéreas de MT, toda a aparelhagem metálica (normalmente fora de tensão) necessária ao suporte dos condutores e ao seccionamento e protecção das linhas, têm de ser ligadas à terra. Assim, a ligação à terra dos postes (madeira, betão e metálicos), armações, postes com equipamentos de rede aérea e postes com transições aéreo-subterrâneas deve-se proceder a ligação de terra.

2.7.3.1.1.Postes

Os postes de betão devem ser ligados à terra, interligando-se o terminal de terra existente na parte inferior do poste (terminal TLT2) com o eléctrodo de terra, através de cabo de cobre nu de 35 mm².

O valor da resistência de terra não deve exceder 20 *Ohm*.

Figura 22: Ligação aos eléctrodos de terra



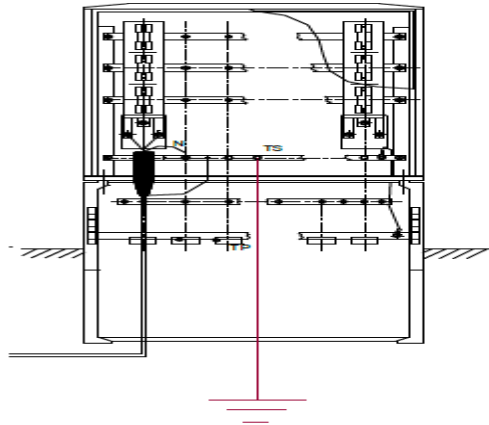
Fonte: [EDP, 2015]

2.7.3.1.2.Armários de distribuição

O neutro deve ser directamente ligado à terra em todos os armários de distribuição. A ligação da barra de neutro dos armários de distribuição (coma marcação PEN) ao eléctrodo de terra deve ser executada através de cabo VV 1G35mm², com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela. As massas, nomeadamente, as armaduras e o suporte dos cabos, devem ser ligados à barra de neutro

através de um condutor de cobre com secção de 16mm^2 . A resistência global de terra de neutro não deve exceder $10\ \Omega$.

Figura 23: Armários de distribuição com ligação de neutro à terra

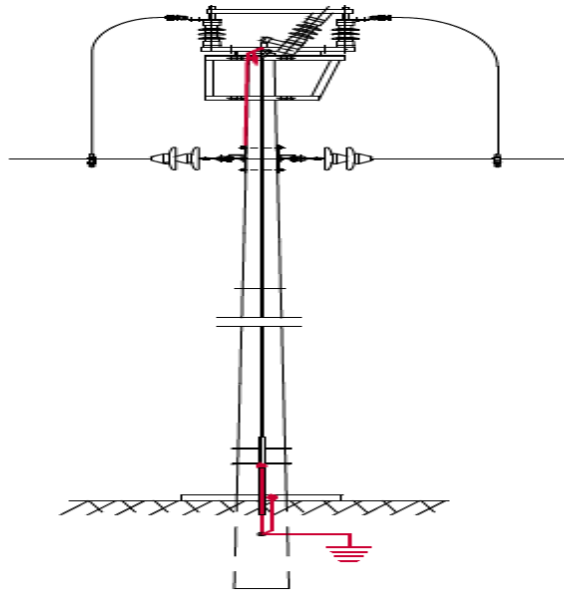


Fonte:[EDP, 2015]

2.7.3.1.3. Equipamentos de rede aérea

Os seccionadores tripolares ou unipolares em linhas aéreas MT podem ser montados na posição vertical ou na horizontal ou na posição horizontal invertida unipolares, e podem também ser montados associados a órgãos de corte de rede (OCR).

Figura 24: Ligação de terra a um Equipamentos de rede aérea



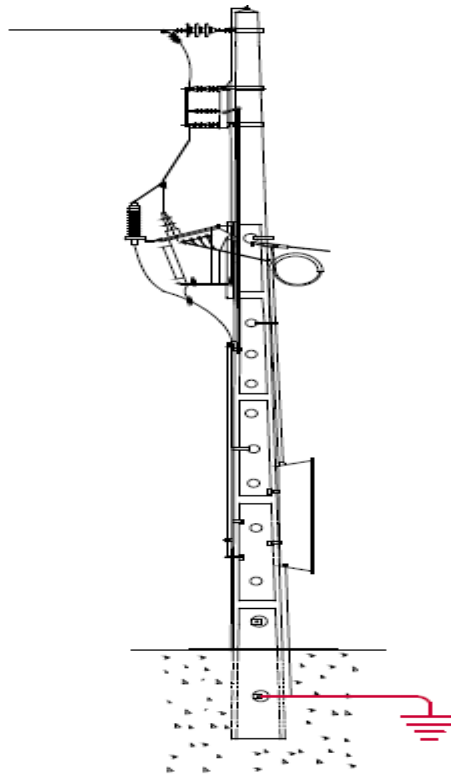
Fonte: [EDP, 2015]

2.7.3.2. Terra de protecção

A ligação ao eléctrodo de terra de protecção referente aos postos de transformação aéreos será feita a cabo VV 1G35 mm² com a bainha exterior preta e isolação verde/amarela. A ligação deve ser feita sem interrupções e será estabelecida entre o terminal de terra inferior do poste de betão e do lado lateral em poste de madeira do PT o eléctrodo de terra.

O valor da resistência da terra de protecção não deverá exceder 20 *Ohm*.

Figura 25: Terra de protecção



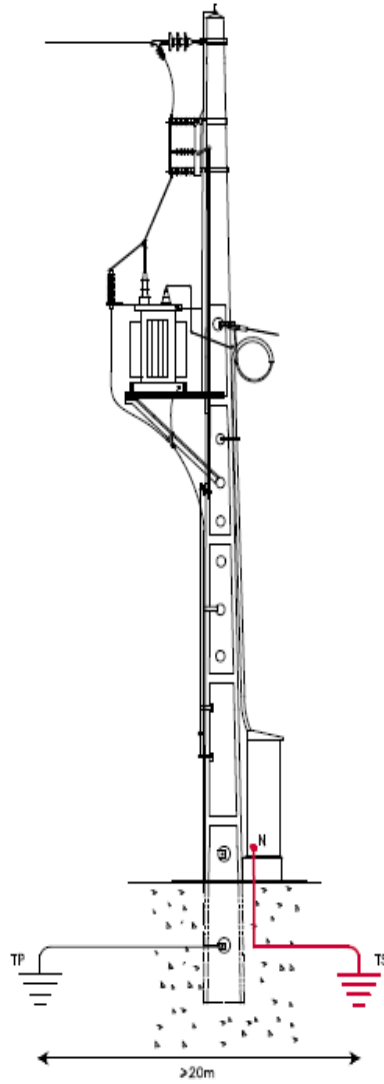
Fonte: [EDP, 2015]

2.7.3.3. Terra de serviço

Nos PT que apenas alimentam redes aéreas BT, a terra de serviço será feita nos primeiros postes de cada uma das saídas. Os PT que alimentam redes subterrâneas, caso dos de tipo R 250 e AI, a terra de serviço pode ser feita no PT, sendo a ligação ao eléctrodo feita a partir do barramento de neutro do QGBT, a cabo VV 1G35 mm² com bainha exterior preta e isolamento azul.

A distância entre os eléctrodos da terra de protecção e da terra de serviço deverá ser maior ou igual a 20 metros. A resistência global da terra de serviço não deverá exceder 10 *Ohm*.

Figura 26: Terra de serviço



Fonte: [EDP, 2015]

2.8.Manutenção de Postos de Transformação

De acordo Manuel Bolotinha 2017 é possível destacar 2 tipos de manutenção enquadra o posto de transformação que são os seguintes:

2.8.1.Manutenção Preventiva

A existência de um plano de manutenção preventiva com tarefas bem definidas, e o seu cumprimento rigoroso, designadamente dos Postos de Transformação MT/BT de serviço público ou sejam do Cliente privados, é uma ferramenta indispensável para os concessionários das redes de distribuição de energia eléctrica e para os proprietários dos PT para garantir que a vida útil dos equipamentos não diminua e para minimizar falhas imprevistas nesses equipamentos.

2.8.2.Manutenção preventiva condicionada

A Manutenção Preventiva Condicionada (MPC) consiste na resolução das anomalias detectadas no âmbito das acções de Manutenção Preventiva Sistemática, nomeadamente na Inspeção.

Essas anomalias deverão ser resolvidas, com a maior rapidez possível, podendo contudo, em função da sua gravidade, definir-se uma prioridade de resolução, que devera ser estabelecida com base nos seguintes critérios:

- Anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente;
- Anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria;
- Anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

2.8.2.1. Frequência das Operações de Manutenção

De acordo com a tabela abaixo a Norma ANSI/NETA MTS-2007, a frequência das operações de manutenção é determinada pelo estado do equipamento e pelos requisitos de confiabilidade dos equipamentos.

A Tabela abaixo representa o coeficiente a aplicar à frequência standard de manutenção aconselhadas pela norma referida acima.

Tabela 8: Matriz de frequência de manutenção

Frequência		Condição do Equipamento		
		Má	Média	Boa
Requisitos de Confiabilidade	Baixa	1,0	2,0	2,5
	Média	0,5	1,0	1,5
	Alta	0,25	0,5	0,75

Fonte: [Manuel Bolotinha, 2017]

2.8.3. Prática Corrente de Manutenção dos Posto de Transformação de Serviço Público

De acordo com Bolotinha (2017) A frequência da manutenção dos Posto de Transformação de serviço público é definida pelas concessionárias da distribuição de energia eléctrica Baixa Tensão, em função do **grau de criticidade** de cada PT.

Algumas concessionárias consideram três graus de criticidade: **A**, **B** e **C** (por ordem decrescente) e dois tipos de intervenção:

Inspeção Geral (PT em cabina e aéreos);

Manutenção Integrada (apenas para PT em cabina);

Manutenção Preventiva Sistemática (MPS) que integram o que a EDP.

A tabela abaixo apresenta frequência das operações de manutenção de serviço público em anos, de acordo com o grau de criticidade do PT.

Tabela 9: Frequência das operações de manutenção de PT de serviço público

Operação	Grau de Criticidade		
	A	B	C
Inspeção Geral	1	2	3
Manutenção Integrada	3	6	9

Fonte: [Manuel Bolotinha, 2017]

É de salientar que os é Posto de Transformação de Cliente ou Privados com potência até **800-1250 kVA** ou superiores é recomendável que a manutenção geral do Posto de Transformação seja feita pelo menos uma vez por ano.

Tabela 10: Tarefas da Manutenção Preventiva

Operação	Tarefa
Inspeção Geral	Observação visual do estado da instalação, incluindo os transformadores de potência
	Termovisão sobre todas as ligações eléctricas existentes
	Medição das resistências dos eléctrodos de terra de serviço e de protecção
	Verificação dos sistemas de protecção
Manutenção Integrada	Observação visual do estado da instalação
	Medição das resistências dos eléctrodos de terra de serviço e de protecção
	Inspeção e ensaios dos transformadores de potência
	Revisão (afinação, lubrificação, ensaio de funcionamento) dos dispositivos de manobra
	Verificação e ensaios dos sistemas de protecção

Fonte: [Manuel Bolotinha, 2017]

2.9. Principais grupos de ligações de transformadores de MT/BT

Os transformadores trifásicos têm quer no primário, quer no secundário, três enrolamentos (um por cada fase) que se ligam entre si de formas diversas e que se de alguma forma condicionam o seu comportamento.

A designação das ligações dos enrolamentos do transformador é realizada pela indicação de uma letra maiúscula que representa a forma de ligação da bobinagem da média tensão, seguida de uma letra minúscula que representa a forma de ligação da bobinagem do lado BT do transformador. Se o neutro for acessível, adiciona-se a letra N ou n, consoante se trate do lado da MT ou BT.

Associado à designação das ligações do transformador aparece o valor da defasagem entre as tensões primária e secundária, definindo assim o grupo de ligações. A tabela abaixo apresenta os grupos de ligações mais habituais nos transformadores MT/BT, em que D designa a ligação em triângulo e y designa a ligação em estrela.

A maior parte dos transformadores em Moçambique recebe as ligações Dyn5 e Dyn11 como consta na tabela os principais grupos de ligações usuais na instalação e montagem dos transformadores porque facilita há ligações entre eles encontrando neles dois sistemas de ligação, em triângulo e ligação em estrela que também permite há inversão dos mesmos em caso se for necessários.

Tabela 11: Grupo de ligações mais habituais em transformadores MT/BT

Simbologia da Ligação	Tensão superior	Tensão inferior	Índice de defasagem ou horário
Dyn5	D	y	5(150°)
Dyn11	D	y	11(330°/-30°)

Fonte: [Manuel Bolotinha, 2017]

Capítulo III

3. Metodologia

Neste capítulo serão apresentados todos os procedimentos referentes a metodologia usada neste trabalho, e também demonstrados os métodos de técnicas e de procedimentos bem como às técnicas e os procedimentos estatísticos para recolha e tratamento de dados. Duma forma mas concisa neste III capítulo serão apresentadas todas metodologias usadas referentes à colecta de dados usados para o trabalho.

De acordo com (Bruyne, 1991 p. 29), a Metodologia é a preocupação instrumental, que tratado caminho para ciência tratar a realidade teórica e prática e centra-se, geralmente no esforço de transmitir uma iniciação aos procedimentos lógicos voltados para questões da casualidade, os princípios formais da identidade, da dedução e da indução, da objectividade de produção dos resultados.

3.1. Escolhas metodológicas e técnicas de pesquisa

Técnica subentende o modo de proceder em seus menores detalhes, a operacionalização do método segundo normas padronizadas. É resultado da experiência e exige habilidade em sua execução. Um mesmo método pode comportar mais de uma técnica. A diferença semântica entre método e técnica pode ser comparada à existente entre género e espécie (Kotait, 1981).

Com relação às escolhas metodológicas para realização do trabalho optou-se utilizar diferentes categorias que são às seguintes:

- a) Classificação quanto ao objectivo da pesquisa;
- b) Classificação quanto à natureza da pesquisa;
- c) Classificação quanto à escolha do objecto de estudo;
- d) Classificação quanto à técnica de colecta de dados;
- e) Classificação quanto à técnica de análise de dados.

3.1.1. Pesquisa quanto aos Objectivos

Adoptando classificações semelhantes à de Castro (1976), Lakatos & Marconi (2001) consideram que existem, basicamente, três tipos de pesquisa cujos objectivos são diferentes: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.

3.1.1.1. Pesquisa exploratória

Para Zikmund (2000), a pesquisa exploratória geralmente são úteis para diagnosticar situações, explorar alternativas ou descobrir novas ideias. Esses trabalhos são conduzidos durante o estágio inicial de um processo de pesquisa mais amplo, em que se procura esclarecer e definir a natureza de um problema e gerar mais informações que possam ser adquiridas para a realização de futuras pesquisas conclusivas.

E para obter informações precisas para dar ênfase aos dados que seriam necessário para o trabalho, foi determinante a exploração de cada ponto do bairro de Naherengue, e os arquivos da EDM, onde se pode colher informações precisas tais como:

- Número de casas, estabelecimentos comerciais e de utilidade pública;
- Números de moradores utilizadores da Energia Eléctrica em conexão com PT N^o11;
- Perfil do solo do local;
- Número de poste de iluminação pública.

3.1.1.2. Pesquisa descritiva

Segundo Gil (1999), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenómenos, ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

Para descrição de certos fenómenos ao longo do Bairro tais como número de casas, número de moradores, número de infra-estrutura eléctricas que faz ligação com tema em estudo baseou-se em consultas de algumas identidades que lideram o bairro, e algumas fontes bibliográficas em arquivo da EDM.

3.1.1.3 Pesquisa explicativa

Segundo Gil (1999), a pesquisa explicativa tem como objectivo básico a identificação dos factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de um fenómeno. É o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, pois tenta explicar a razão e as relações de causa e efeito dos fenómenos.

Baseando-se em Gil, é de salientar de que diversos factores que foram ocorrendo na recolha dos dados foram sendo estabelecidos critérios de natureza qualitativa para poder responder diversos aspectos que duma certa maneira era necessário presenciar a ocorrência de eventos que aconteceram nos pontos que interliga cada parte do Bairro em conexão com PT Nº11, e conseguinte foi possível relatar no trabalho a razão de certas mudanças.

3.1.2 Pesquisa quanto à natureza

As pesquisas científicas podem ser classificadas, quanto à natureza, em três tipos básicos: qualitativa e quantitativa e um misto dos dois tipos.

3.1.2.1. Pesquisa qualitativa

Segundo Trivnos (1987), a abordagem de cunho qualitativo trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenómeno dentro do seu contexto. O uso da descrição qualitativa procura captar não só a aparência do fenómeno como também suas essências, procurando explicar sua origem, relações e mudanças, e tentando intuir às conseqüências.

3.1.2.2. Pesquisa quantitativa

Segundo Richardson (1999), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de colecta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

3.1.2.3. Pesquisa qualitativa-quantitativa

Deve-se destacar que alguns autores têm argumentado sobre a inconveniência de definir limites que somente o que é mensurável teria validade científica. É essencial que a escolha da abordagem esteja ao serviço do objecto da pesquisa, e não o contrário, com o propósito de tirar o melhor possível dos saberes desejados. Parece haver um consenso, pois, quanto à ideia de que as abordagens qualitativas e quantitativas devem ser encaradas como complementares, em vez de mutuamente concorrentes (Malhotra, 2001;Laville&Dionne, 1999).

Para dar sequência na natureza de recolha dos dados é de referenciar que foram usadas as técnicas mistas onde que de um lado as informações e o tratamento das mesma foram baseadas no meio de técnicas estatísticas, estas mesmas técnicas que serviram de meio para quantificar variáveis populacionais que foram usadas como amostras de um grupo em estudo. E de outro lado qualitativo baseou-se em olhar em aspectos referentes a mudança das essências dos moradores do bairro que esta mesma caracterizou um factor que determinou numa certa maneira o aumento de demanda pelo nível de qualidade de infra-estrutura que vem sendo construída no longo Bairro de Naherengue.

3.1.3. Classificações quanto à escolha do objecto de estudo

Quanto à escolha do objecto de estudo, da pesquisa destacou-se 3 grupos que pautou-se na pesquisa como existente para maior precisão de objectos a se alcançar que são:

- Estudo de casos múltiplos;
- Estudos censitários;
- Estudos por amostragem.

3.1.3.1. Estudo de casos múltiplos

Segundo Yin (2001), o estudo de caso pode ser restrito a uma ou a várias unidades, caracterizando como único ou múltiplo. Tais unidades poderão ser definidas como indivíduos, organizações, processos, programas, instituições, comunidades, bairros, países e, até mesmo, eventos.

3.1.3.2. Estudos censitários

Segundo Malhotra (2001), os parâmetros de definição da população a ser estudada são denominados de parâmetros populacionais, que são tipicamente números, como a proporção de consumidores fiéis a uma determinada marca. A sua obtenção pode ser por meio da realização de um censo ou extraindo uma amostra. O censo envolve a enumeração completa dos elementos de uma população.

Através dos estudos censitários relatórios anteriores do INE nos anos 2007 e 2017, foi possível auferir dados que serviram de base primordial para dar sustento a pesquisa, tais dados que foram usados como base para, em algum momento, determinar quanto cresce a população do referido ponto em estudo.

3.1.3.3. Estudo por amostragem

Segundo Malhotra (2001), para populações infinitas, ou em contextos de constante mudança, o estudo estatístico pode ser realizado com a colecta de parte de uma população (amostragem), denominada amostra. Amostra é um subgrupo de uma população, constituído de n unidades de observação e que deve ter as mesmas características da população, seleccionadas para participação no estudo.

E o grupo seleccionado para pesquisa foi toda população do Bairro de Naherengue afecta na interligação da Rede de Distribuição que está em conexão do PT Nº 11, subsequentes observações ao longo do bairro pode-se auferir através da contagem 357 consumidores, dentre eles distribuídos em consumidores de uso doméstico (residências) e uso comercial (oficinas industriais, mercearias, moagem, pensão, etc.).

3.1.4. Classificação quanto à técnica de colecta de dados

Durante a realização do trabalho foram usadas algumas técnicas de colecta de dados que empregara para melhor engajamento para aquisição de dados que são: a entrevista, o questionário, a observação e a Pesquisa bibliográfica.

3.1.4.1. Entrevista

Segundo Cervo, Bervian (2002), a entrevista é uma das principais técnicas de colectas de dados e pode ser definida como conversa realizada face a face pelo pesquisador junto ao entrevistado, seguindo um método para se obter informações sobre determinado assunto.

Para ter dados preciso marcou-se uma entrevista com chefe das operações de manutenção da EDM e algumas identidades do Bairro, onde depois da entrevista passou-se a conhecer:

- Historial do Bairro;
- Tipos consumidores existentes no Bairro;
- Número de infra-estruturas eléctricas pertencentes a EDM no local;
- Intervenientes que perigam a qualidade de energia eléctrica no local;
- Dificuldade que os moradores têm para obter acesso a energia eléctrica;
- Factores por detrás de algumas casas estar a ramificar para outras casas vizinhas.

3.1.4.2. Questionário

Segundo Cervo & Bervian (2002, p. 48), o questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche. Ele pode conter perguntas abertas ou fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maiores facilidades na tabulação e análise dos dados.

A base central para colecta de dados foi através de questionário que foi sendo passado há alguns funcionários da EDM e também de casa em casa, oficinas, e pequenos comércios (bancas), e foi se distribuindo um papel contendo 8 perguntas múltipla escolha contendo num máximo 5 alínea com opções, onde foram respondidas por alguns populares que se predisponha no momento em que os questionário eram entregues, em determinado ponto que às perguntas eram respondida, se colectava informações para análise e interpretação de dados, foi assim se respondendo aos poucos cada questão relativo às fragilidades e vulnerabilidades de energia eléctrica no bairro.

3.1.4.3. Observação

A observação é considerada uma colecta de dados para conseguir informações sob determinados aspectos da realidade. Ela ajuda o pesquisador a identificar e obter provas a respeito de objectivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento (Marconi & Lakatos, 1996, p. 79).

Teve que se seguir troço por troço do Posto de Transformação para se verificar os pontos de chegada da rede que estava afecta o mesmo PT, de seguida auferiu-se o número real dos consumidores em que o mesmo distribui.

3.1.4.4. Pesquisa bibliográfica

Segundo Lakatos e Marconi (2001, p. 183), a pesquisa bibliográfica, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. E sua finalidade é colocar o pesquisador em contacto directo com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto.

3.1.5. Classificação quanto a técnicas de análise de dados

A análise dos dados é uma das fases mais importantes da pesquisa, pois, a partir dela, é que serão apresentados os resultados e a conclusão da pesquisa, conclusão essa que poderá ser final ou apenas parcial, deixando margem para pesquisas posteriores (Marconi & Lakatos, 1996).

3.1.5.1. Análise de conteúdo

Segundo Bardin (1977) afirma que a análise de conteúdo possui duas funções básicas: função heurística – aumenta a prospecção à descoberta, enriquecendo a tentativa exploratória, e função de administração da prova – em que pela análise, buscam-se provas para afirmação de uma hipótese.

Nesta fase representou-se toda interpretação de dados obtidos em toda pesquisa e analisou-se a qualidade de cada um dos dados e em forma de gráficos e tabelas alguns dados representados

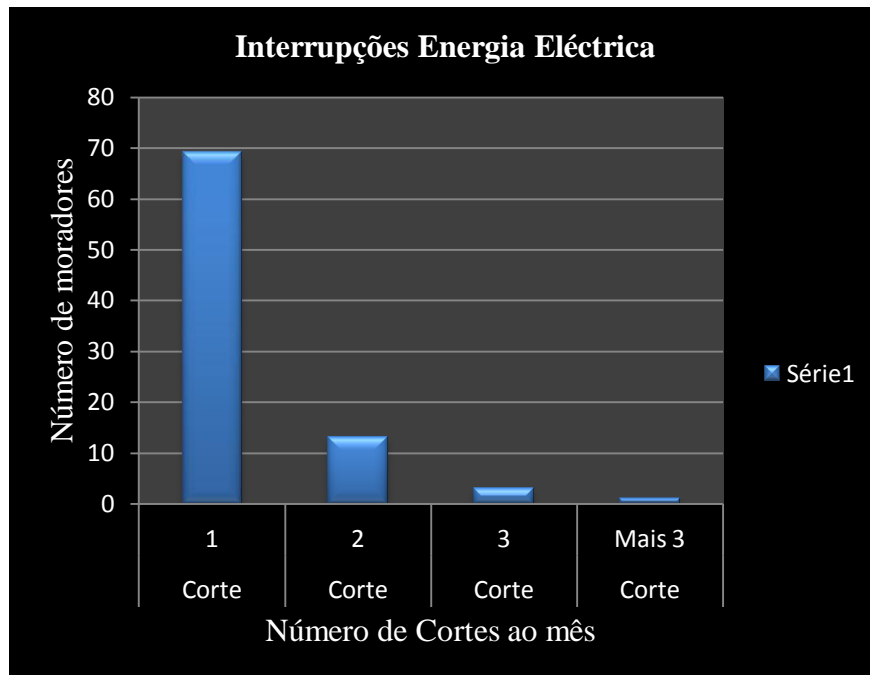
foram considerados com primordial para auferir certas conclusões que foram pontos chaves para escolha de certos elementos que fora crucial, verificados como sendo determinantes no trabalho.

Capítulo IV

Análise e Interpretação dos dados e apresentação dos resultados

1 Número de Interrupções mensal de Energia Eléctrica no Bairro de Naherengue

Gráfico 1: Número de cortes de energia eléctrica ao mês

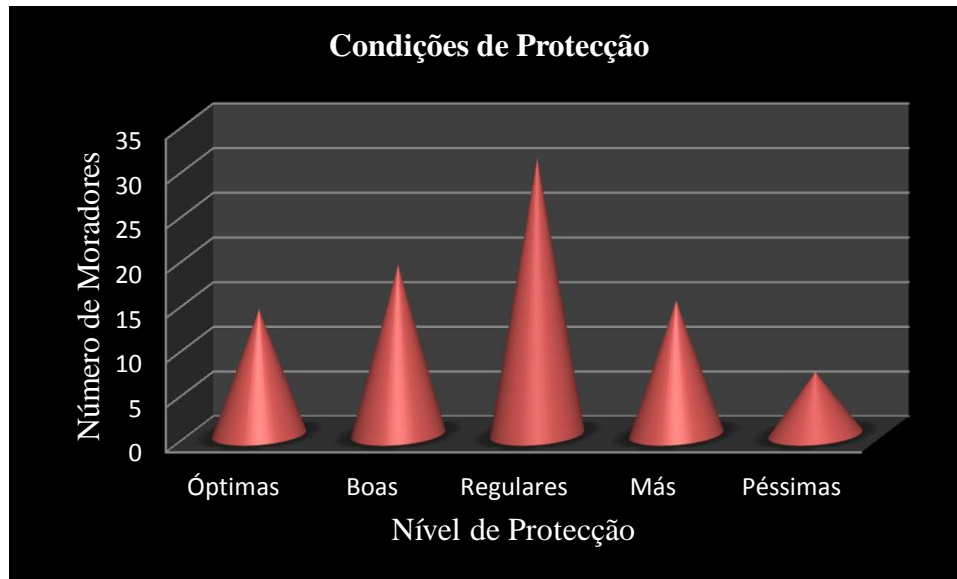


Fonte: [Autor, 2022]

Devido as falhas na rede é registado número de cortes de longa e curta duração e o gráfico acima apresenta 87 moradores que responderam questionários onde o maior tem 1 corte ao mês devido a interrupção vinda da Redes de Distribuição, e os que te 2 cortes ao mês por falhas no poste de distribuição através de ligadores e os moradores que tem 3 cortes são de oficinas e moageiras devido órgão de protecção. Para estancar a anomalia a EDM, esta sendo levado em curso substituição de alguns equipamentos que propaga aparecimento das mesma, em alguns pontos estão em curso substituição de cabos. E também verifica-se cortes devido a manutenção preventiva e correctiva na rede mediante a necessidade de manutenção do sistema eléctrico.

2 Qualidades dos sistemas de protecção contra defeitos

Gráfico 2: Nível de Protecção



Fonte: [Autor, 2022]

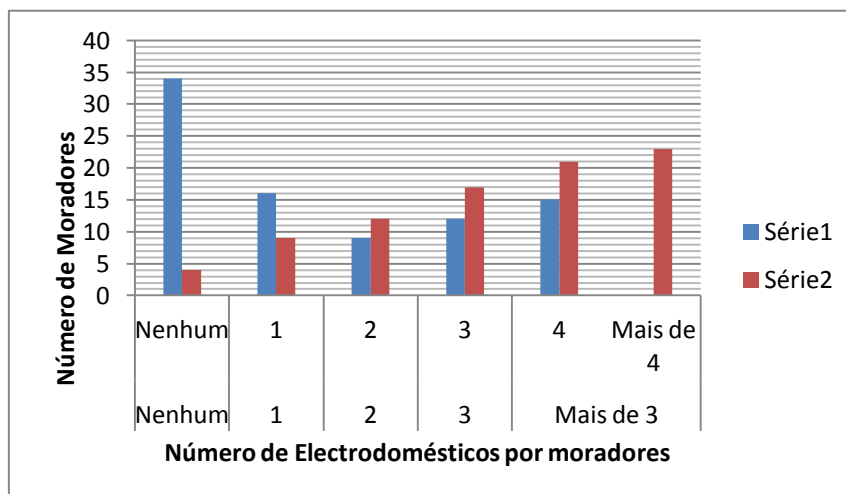
Condição de protecção

- a) Péssimas condições de protecção – são instalação que se apresenta sem nenhum órgão de protecção ou simplesmente apenas 1 disjuntor utilizado no condutor fase, muitas das vezes verificou-se esse caso em estabelecimentos comerciais (mercearias).
- b) Más condições de protecção – são instalações onde que se apresentam órgão de protecção no condutor (neutro e fase) protegido por um disjuntor duplo, e mas um para distribuição de circuitos, estas instalações verifica-se em algumas residências coberta de palha feita de bloco de matope, em alguns pontos também verificou-se em casa feitas de blocos de cimento. Muitas das vezes os casos de má condição de protecção acontece devido no momento de contrato de ligação o cliente da concessionária EDM, pedi a ligação de energia eléctrica muito antes da casa estar pronta e no momento da conclusão não é feita a fiscalização do profissional da EDM.

- c) Condição regular de Protecção – são instalações que apresenta um padrão recomendado primeiro protecção de condutor fase, segundo disjuntor geral para fase e neutro e de seguida apresenta disjuntor para distribuição de circuitos e condutores padrão para circuito de iluminação e tomadas, estas instalações são na maioria em residências e instalações como bares e alguns pontos habitacionais.
- d) Boas condições Protecção – são instalações com padrões recomendáveis verificadas ao mínimo detalhe sem cada ponto da distribuição do circuito, e alguns pontos existe alguns órgãos de protecção destinados a equipamentos específicos, muitas das vezes embora seja caro alguns moradores e entidades comerciais optaram para colocação deste tipo protecção para suas instalações, é de destacar algumas residências e pensões.
- e) Óptimas condições de protecção – são instalações eléctricas que têm todos tipos de protecção tanto em cada ponto de circuito específico como também na sua distribuição é de destacar além de estar no padrão de regular e boa se encontra instalado um quadro de protecção dos condutores e também portinhola as instalações que apresenta esta característica são algumas residências e pontos turísticos, farmácias situada ao redor do Bairro onde esta também em ligação ao PT N°11.

3 e 4 Estágio de Evolução de uso de Electrodomésticos

Gráfico 3: Número de electrodoméstico por moradores

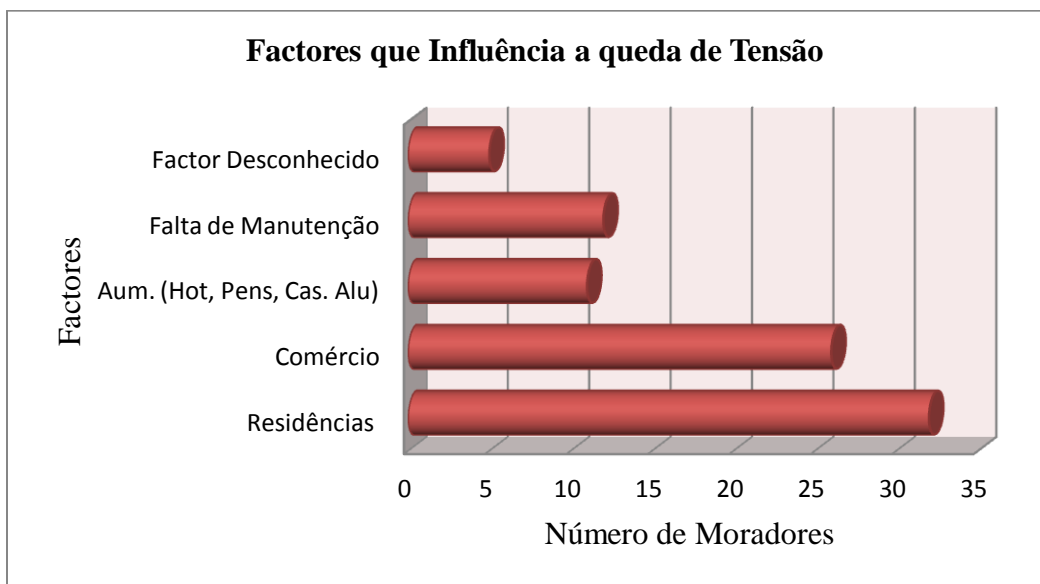


Fonte: [Autor, 2022]

No período da colocação do PT N° 11 até actual momento 2022, alguns moradores evoluirá no uso de utilização de electrodoméstico, o gráfico acima indica 2 períodos, sendo 1º período com azul indica a evolução dos 3 anos atrás, e o 2º período em vermelho indica o actual momento de 2022 onde estão os pontos de evolução de número de electrodomésticos para um certo número de moradores esta evolução é significativa garantiu um aumento da demanda da instalação ao longo do bairro, onde que alguns moradores que não tinha nenhum electrodoméstico há 3 anos atrás até o actual momento alguns encontram-se com mais de 3 electrodomésticos.

5 Factores que influênciam a queda de tensão

Gráfico 4: Factores de Queda tensão



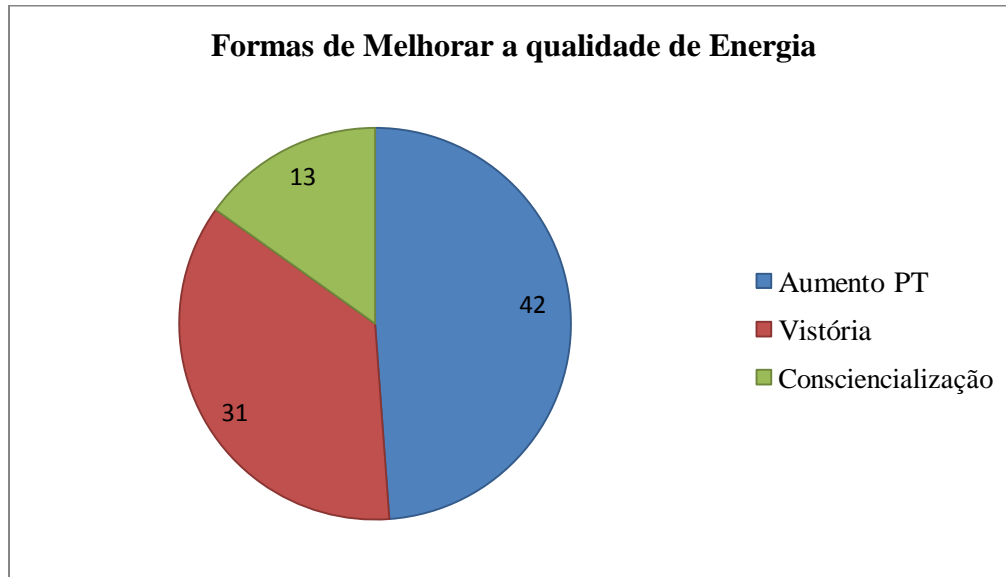
Fonte: [Autor, 2022]

Por ter verificado que os condutores que saem do posto de transformação percorre longas distância para chegares em seus pontos de entrega em algum momento verificou-se que alguns estabelecimentos residenciais e comerciais apresentam-se com anomalias relativamente ao seccionamento de condutor não bem dimensionado e não recomendados, com uma baixa resistência criando a queda de tensão em diversificados pontos do bairro dentre eles são:

- a) Factor desconhecido – são casos em que não são identificados os factores de determinada anomalia, e por consequente não são conhecidos os intervenientes de uma falha encontrada.
- b) Falta de manutenção – Devido elevado número de casa verificou-se muitas ramificações na rede e em troços o condutor de baixada sem nenhuma protecção de isolamento ou ligadores de conexão entre condutores eléctricos em alguns casos verificou-se condutores flexíveis com 60% da sua alma condutora (filamento).
- c) Aumento (Hotel, Pensão, residências etc.) – Por ser um bairro de entrada de maior ponto turístico há aumento de estabelecimentos habitacionais, e duma certa análise aumento da demanda em 40%, por sua vez os condutores tem que percorrer longas distâncias, nota-se baixas na tensão final de chegada.
- d) Comércio – devido o bairro pertencer arredores da faixa costeira a muito comércio pesqueiro em alguns estabelecimentos comerciais ao redor visivelmente não estando de padrões recomendado de protecção influenciando há mau funcionamento das estruturas eléctricas criando curtos em poste que faz baixada para mas clientes, por vezes verificou-se ligações contento frigoríficos sem nenhuma protecção e com cabos condutores inadequados.
- e) Residências – sendo um bairro que acompanha uma taxa de crescimento a 10,5% ao ano há aparecimento de bastantes residências tendo ainda verificado consumo no mesmo PT, no mesmo troço que ainda não acompanhou a mudança até então, e as mesmas residências que estão sendo erguidas estão bem distantes do Posto de transformação, aumentando assim a demanda, e a queda tensão devido às longas distâncias que os condutores têm que percorrer até chegar ao consumidor final.

6 Formas de Melhorar a qualidade de Energia Eléctrica

Gráfico 5: Acrescimento na qualidade de energia eléctrica



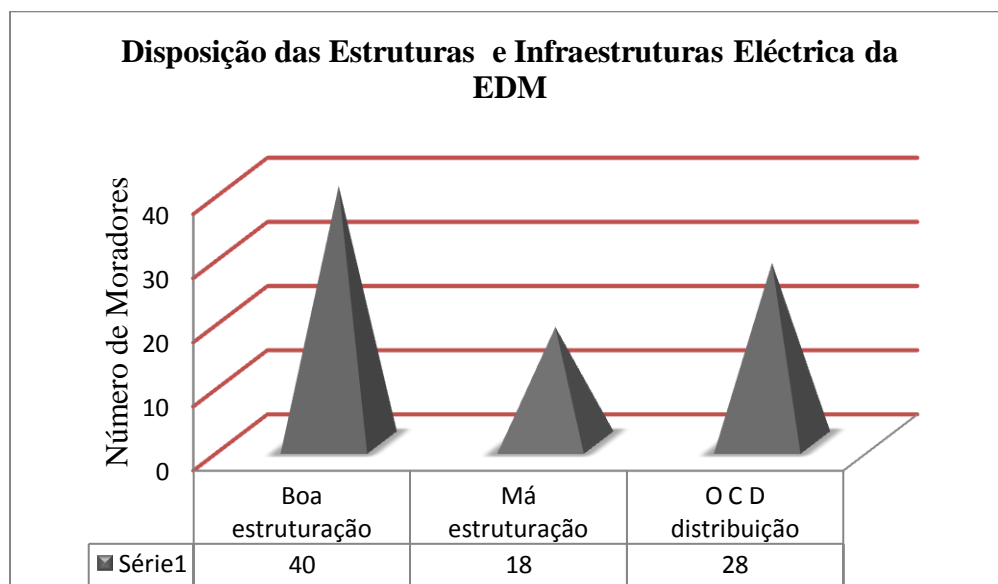
Fonte: [Autor, 2022]

- a) Aumento de PT – Segundo EDM (2020), um rácio de PT é um para 80 clientes, mas o PT Nº11 do Bairro de Naherengue está para uma média de mais 300 moradores usando o mesmo, verifica-se muitas ramificações sem contagem, o aumento de um PT numa forma planificada e dimensionada em cada troço do bairro poderia melhorar a qualidade de Energia Eléctrica onde poderia ser vigente o rácio de 80 clientes por PT e os condutores de distribuição não poderiam percorrer longa distância.
- b) Vistoria – a Vistoria intensiva seria uma das formas para mitigar os riscos de choque e risco de incêndio e análise de detenção de áreas de maior concentração de perdas de energia consumida não paga, com vistoria seria eliminado numa forma consecutiva às ramificações entre residências maior causadora de incêndio e desequilíbrio e distúrbios na qualidade de energia eléctrica, e anomalias na rede de baixa tensão.
- c) Consciencialização – é uma forma de elucidar aos clientes de uso correcto de Energia Eléctrica, mostrando métodos padronizados e apontando os benefícios e os malefícios em

casos de mau uso, de seguida clarificar a cada cliente se houver fiabilidade nos sistemas de protecção, terá uma Energia de mas qualidade e menos distúrbios, oferecendo uma maior proporção na compatibilidade, a consciencialização melhoraria em apontar pontos em que os clientes consumidores deveriam mudar.

7 Disposição das Estruturas e Infra-estruturas Eléctrica da EDM

Gráfico 6: Disposição das Estruturas EDM



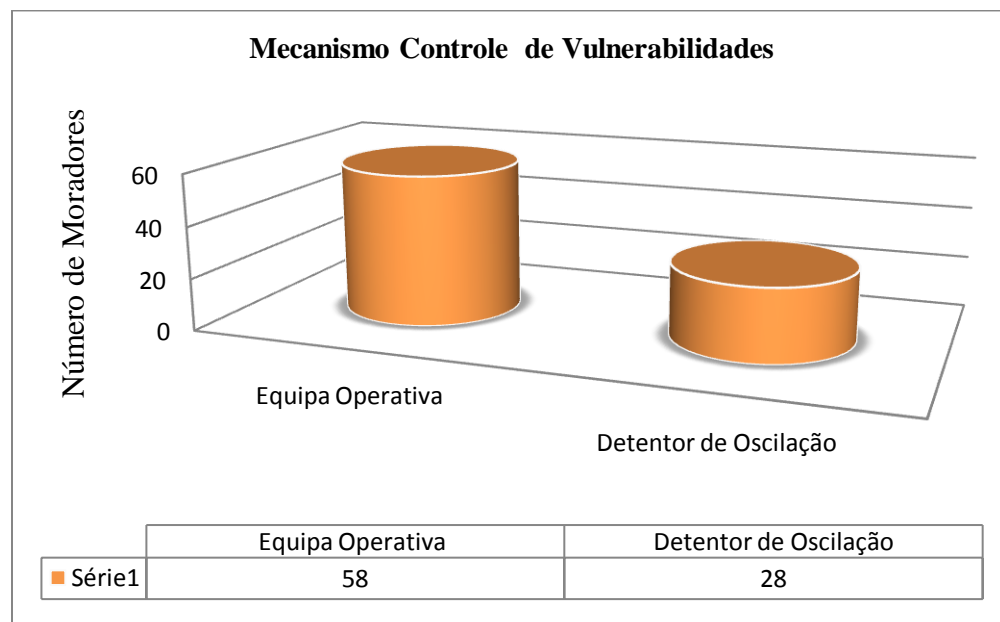
Fonte: [Autor, 2022]

- Boa estruturação - os Postes de iluminação acompanhe um bom ordenamento estético e um distanciamento bem ordenado, de acordo com padrões de RSSPTS.
- Má Estruturação – as estruturas do ponto do PT verifica muitos cabos fazendo faixa de servidão perto da oficina da via e não acompanhando um bom ordenamento alguns postes de ramificação sobrecarregados de cabos de distribuição.
- Óptimas condições de disposição e distribuição – instalações que se distinguem por acompanhar uma boa ordenação na distribuição e instalações com estas características

são poucas no bairro de Naherengue são guest house e pensões e algumas instalações de utilidade pública e em alguns pontos estas facilidades de disposição de distribuição garanti uma ramificação direccionada para futuros projectos garantindo um loteamento estruturado e organizado, tendo em conta que óptimo ordenamento das mesmas infra-estruturas deveu-se que os postes de distribuição estão bem alinhados ao ponto de entrega dos mesmos.

8 Mecanismo para controlo de Vulnerabilidade na rede de Distribuição

Gráfico 7: Minimização de Vulnerabilidade na rede de Distribuição



Fonte: [Autor, 2022]

Segundo Relatório de Contas da EDM 2019, a bastantes fragilidades no que tange a Energia Eléctrica consumida não facturada ainda até 2019 somente 76% da energia eléctrica é factura tendo ainda um défice muito grande, serão apresentadas as soluções para estancar e minimizar as vulnerabilidades e fragilidades no Bairro de Naherengue que são:

- a) Equipa operativa – será uma equipa para intervir ao aparecimento de uma anomalia, mas também será uma equipa para fiscalização de consumos ilegais, substituição de contadores que não regista adequadamente o consumo, correcção alguns equipamentos que apresente falhas e também assegurar um planeamento adequado das inspecções em terreno de expansão garantindo maior fiabilidade para novos moradores.
- b) Detentor de Oscilação – Será um mecanismo que agrupara no Posto de Transformação em caso de oscilação muito alta até um certo valor estabelecido a subestação recebera um sinal indicando uma falha sendo necessário entrar em conexão para buscar caminho para solucionar o problema em que foi detectado, para não colocar em causa o risco contra o equipamento ou a interrupção no fornecimento de Energia Eléctrica aos clientes ao longo do Bairro de Naherengue.

Dimensionamento de Posto de Transformação para Bairro de Naherengue

É o tópico fundamental do trabalho onde será demonstrados todos os passos e procedimentos correspondente a implementação do dimensionamento de posto de transformação, serão abordados aspectos técnicos relacionados com projecto, no âmbito das especializações serão demonstrados cálculos baseados em regulamentações técnicas e normas que emana os PT, tais como:

- a) Dimensionamento de transformador;
- b) Escolha de equipamento de chegada;
- c) Protecção contra descarga atmosférica;
- d) Barramento de baixa tensão;
- e) Escolha de protecções;
- f) Determinação da secção económica;
- g) Dimensionamento de sistema de aterramento, etc.

De entre eles, contam-se o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas e o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão. Estes regulamentos especificam as condições que deverão ser verificadas para realizar o dimensionamento e protecção das instalações referidas e os seus articulados deverão ser observados visto que conduzem, de algum modo, ao funcionamento e exploração em boas condições dessas instalações em cada ponto.

Memória descritiva e Justificava

Através do redimensionamento do posto de transformação no Bairro de Naherengue, no distrito de Nacala-Porto, vai suprir alguns restrições que o bairro ao longo de alguns troços apresenta, o posto de distribuição será alimentado por uma linha de média tensão (33kV) vindo da subestação de Nacala-Porto, o posto de transformação N^o 11 está designada pela subestação na linha Fernão Veloso EL05 33kV, o PT irá alimentar cerca de 357 consumidores sendo 326 residências, 26 centro comerciais (Mercearias, lojas, Farmácia, Bancas, e Bares), 1 Moageira, 1 Centro de Utilidade Pública e uma oficina industrial, e iluminação pública, e será alimentado por um posto de transformação de 630kVA. Na saída do secundário do posto de transformação teremos uma tensão de 400/230V, o cabo que será utilizado é cabo troçado VAV 500mm² em postes de madeira de 8m com vão admissível de 35-40 metros em todo torço.

O transformador a se instalar será do fabrico da Schneider Electric que emprega uma tecnologia de controlo e automação de alta qualidade e também que no seu funcionamento respeita todas questões de legalidades ambientais, e o transformador terá uma refrigeração ONAN.

Levantamento de Cargas parciais do local

Tabela 12: Levantamento de Cargas

Nº	Circuito	Lote	Ku	KS1	Carga	Quantidade	Potência (W)	
							Unidade	Total
1	L1A	A	0,5	0,201	Residencial R1	86	3,45	29,75
2	L1A		0,5	0,333	Residencial R2	36	10,35	62,04
3	L1A		0,5	1	Guest House Pensão	1	44,5	22,25
4	L1A		0,75	1	Centro Comercial	2	4,2	6,3
5	L1A		0,9	1	Complexo Comercial	1	72	64,8
6	L1A		1	0,8	Moageira	1	12,5	12,68
7	L1A		0,5	1	CUP	1	2,2	1,1
8	L1A		1	1	Iluminação Pública	1	0,15	4,94
9	L1A					129	149,35	203,06
10	L2B	B	0,5	0,325	Residencial R3	41	3,45	22,99
11	L2B		0,5	0,367	Residencial R4	23	10,36	43,68
12	L2B		1	0,8	Oficina Industrial	1	37,5	30
13	L2B		0,75	1	Centro Comercial	22	1,2	19,8
14	L2B					87	52,51	116,47
15	L3C	C	0,5	0,275	Residencial R5	114	3,45	54,8
16	L3C		0,5	0,357	Residencial R6	26	6,9	32,02
17	L3C		0,75	1	Centro Comercial	1	2,1	1,58
18	L3C					141	12,45	87,68
Total	L3C					357	214,31	407,21

Fonte: [Autor, 2022]

Demonstração dos Cálculos das cargas

	Cons	P.Uni(W)	P.Total	
1 Habitações Residencial R1	86x	3,45=	296,7	KVA
Total	86		296,7	KVA
Factor de Utilização			0,5	
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			0,201	
			<u>29,75</u>	KVA
2 Habitações Residencial R2	36x	10,35=	372,6	KVA
Total	36		372,6	KVA
Factor de Utilização			0,5	
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			0,333	
			<u>62,04</u>	KVA
3 Guest House Pensão	1x	44,5	44,5	KVA
Total	1		44,5	KVA
Factor de Utilização			0,5	
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			1	
			<u>22,5</u>	KVA
4 Centro Comerciais	1x	4,2	8,4	KVA
Total	1		8,4	KVA
Factor de Utilização			0,75	
Factor de Simultaneidade			1	
			<u>6,3</u>	KVA
5 Complexo Comercial	1x	72	72	KVA
Total	1		72	KVA
Factor de Utilização			0,9	
Factor de Simultaneidade			1	
			<u>64,8</u>	KVA
6 Moageira	1x	12,85	12,85	KVA
Total	1		12,85	KVA
Factor de Utilização			1	
Factor de Simultaneidade			0,8	
			<u>12,68</u>	KVA

7 Centro de Utilidade Pública	1x	2,2	2,2 KVA
Total	1		2,2 KVA
Factor de Utilização			0,5
Factor de Simultaneidade			<u>1</u>
			1,1 KVA
8 Iluminação Pública	1(28)	0,15	4,2 KVA
Total			4,2 KVA
Factor de Utilização			1
Factor de Simultaneidade			<u>0,85</u>
			4,94 KVA
10 Habitações Residencial R3	41x	3,45	141,45 KVA
Total	41		141,45 KVA
Factor de Utilização			0,5
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			<u>0,325</u>
			22,99 KVA
11 Habitações Residencial R4	23x	10,35	238,05 KVA
Total	23		238,05 KVA
Factor de Utilização			0,5
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			<u>0,367</u>
			43,68 KVA
12 Oficina Industrial	1x	37,5	37,5 KVA
Total	1		37,5 KVA
Factor de Utilização			0,8
Factor de Simultaneidade			<u>1</u>
			30 KVA
13 Centro Comerciais	22x	1,2	26,4 KVA
Total	22		26,4 KVA
Factor de Utilização			0,75
Factor de Simultaneidade			<u>1</u>
			19,8 KVA
15 Habitações Residencial R5	114x	3,45	393,3 KVA
Total	114		393,3 KVA
Factor de Utilização			0,5
Factor de Simultaneidade (0.2+0.8:√n)			<u>0,275</u>
			54,08 KVA

16 Habitações Residencial R6	26x	6,9	179,4	KVA
Total	26		1749,4	KVA
Factor de Utilização			0,5	
Factor de Simultaneidade $(0.2+0.8:\sqrt{n})$			0,357	
			<u>32,02</u>	KVA
17 Centro Comercial	1x	2,1	2,1	KVA
Total	1		2,1	KVA
Factor de Utilização			0,75	
Factor de Simultaneidade			1	
			<u>1,58</u>	KVA

Potência total dos Lotes ABC

$$P_{tot} = LA + LB + LC$$

$$P_{tot} = 203,06 + 116,47 + 87,68$$

$$P_{tot} = 407,21 \text{ kVA}$$

Dimensionamento de Transformador

$$S_{carga} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_{tot}}{\cos\varphi}$$

$$S_{carga} = \frac{407,21}{0,85} = 479,07 \text{ kVA}$$

Onde que:

S_{carga} – Potência Aparente [kVA];

P_{tot} – Potência Total Calculada dos Lotes [kVA];

$\cos\varphi$ – Valor de factor de potência para zona semi urbana 0,85.

Determinação da potência necessária do transformador segundo crescimento populacional

$$S_f = S_{sc} \cdot (1 + Tx)^n$$

$$S_f = 479,07 \cdot (1 + 5\%)^5$$

$$S_f = 611,43 \text{ kVA}$$

Onde que:

S_f – é a potência final do transformador dimensionado [kVA];

Ssc= é a potência aparente nominal em sobrecarga [kVA];

Tx= taxa de crescimento anual do Bairro para zonas semi-urbanas considera-se 5%;

n= Período estimado em anos.

Para escolha do transformador irá se basear através de proximidade de potência tendo em conta que 611,43KVA não existe valor padronizado, e a potência mais próxima será de:

Sinstalado= **630kVA**

Dimensionamento de aparelhagem e equipamentos de chegada

Protecção do transformador

$$I_n = \frac{S_i}{U_n \cdot \sqrt{3}}$$
$$I_n = \frac{630 \times 10^3}{33 \times 10^3 \times \sqrt{3}} = 11,02A$$

Onde que:

I_n – Corrente nominal [kA];

S_i – Potência instalada [kVA];

U_n – Tensão nominal [kV].

O transformador será protegido por um fusível externo (Conjunto de drop-out/ Seccionador-Interruptor fusível), porque quando a potência instalada chega a 630KVA é recomendado que seja colocado Seccionador-Interruptor fusível.

Com link fusível de 25A de acordo com os link para transformador fornecidos pela Schneider Electric.

Drop-out será do tipo “NCX”, com seguintes características

$I_N = 100A$;

$U_n = 34.5kW$;

$BIL = 200kW$;

Poder de corte=12kA.

Protecção contra descargas atmosférica

Pára-raios

Para escolha correcta e pára-raios há que ter em conta seguintes parâmetros $U_{máx}$ da rede que pode variar de $(1.05 \text{ a } 1.1) \times U_n$

$$U_{nPR} = 1,1 \times U_n$$

$$U_{nPR} = 1,1 \times 33kV$$

$$U_{nPR} = 36kV$$

Os pára-raios foram escolhidos segundo a gama fornecida pela Schneider Electric para corrente de pico de 10kA.

O pára-raios escolhido de acordo com a tabela em anexo tem seguintes características

$BIL = 170kV$;

10KA para uso externo.

Corrente de descarga máxima do pára-raios

$$I_d = \frac{2V_s - V_r}{Z_{su}} (\text{kA})$$

$$I_d = \frac{2 \times 170 - 36}{350} = 0,87 \text{kA}$$

$Z_{su} = 350 \Omega$ (valor admitido para o sistema)

Onde que:

I_d – é a corrente de descarga máxima de um pára-raios [kA];

V_s – tensão suportável de impulso do sistema em [kV];

V_r – tensão residual do pára-raios em [kV];

Z_{su} – Impedância de surto em [Ω].

Dimensionamento de Barramento de Baixa Tensão

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{eq}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{rede} + Z_{transformador})}$$

$$Z_{rede} = 1,1 \times \frac{U_n^2}{S_{cc}}$$

$$Z_{rede} = 1,1 \times \frac{0,4^2}{400 \times 10^3} = 4,4 \times 10^{-7}$$

Pois $\left\{ \begin{array}{l} u_n = 400V \\ S_{cc} = 400KVA \end{array} \right\}$

$$Z_{transf} = Z_{cc} \times \frac{U_n^2}{S_f} = 5\% \times \frac{0,4^2}{630} = 0,05 \times \frac{0,4^2}{630}$$

$$Z_{transf} = 1,27 \times 10^{-5}$$

$$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{rede} + Z_{transformador})}$$

$$I_{cc} = \frac{1,1 \times 10^4}{\sqrt{3} \cdot (4,4 \times 10^{-7} + 1,27 \times 10^{-5})}$$

$$I_{cc} = 19332,88A = 19,33KA$$

Onde que:

I_{cc} – Corrente de curto-circuito [kA];

U_n – Tensão nominal [V];

Z_{eq} – Impedância equivalente [Ω];

Z_{rede} – Impedância da rede [Ω];

Z_{trans} – Impedância do transformador [Ω].

Corrente de Impulso

$$I_s = 1,8 \cdot \sqrt{2} \times I_{cc}$$

$$I_s = 1,8 \cdot \sqrt{2} \times 19,33$$

$$I_s = 49,21KA$$

De acordo com a tabela temos $\left\{ \begin{array}{l} \delta = 10mm \\ d = 100mm \end{array} \right\}$

Força Electromagnética

O cálculo dos barramentos de média tensão é efectuado tendo em conta às condições de funcionamento do transformador em regime nominal e em situação de curto-circuito trifásico simétrico, e as correspondentes forças electromagnéticas exercidas sobre os mesmos barramentos.

$$F_e = 0.2 \times I_s^2 + \frac{1}{a}$$

$$F_e = 0.2 \times (49,21)^2 + \frac{60}{1,30}$$

$$F_e = 22353,45 \text{N/cm}^2$$

A tensão limite mecânica limite para o cobre é de 25000N/cm², a Fe calculado esta no limite recomendado.

Onde que:

F – Força electromagnética [N];

I_s – Corrente de Impulso [kA];

l – Distância entre apoios do barramento no sentido longitudinal[m];

a – distância entre fases medidas entre condutores[m].

$$\delta H = \delta b \cdot \beta \cdot \frac{FH \times 1}{8W}$$

$$\delta b = 1\beta = 0,73$$

$$W = \frac{b \times d^2}{6} =$$

$$W = \frac{1 \times 10^2}{6} = 16,67 \text{m}^3$$

$$\delta H = \delta b \times \beta \times \frac{FHx1}{8W} =$$

$$\delta H = 1 \times 0,73 \times \frac{22353,45x60}{8x16,67}$$

$$\delta H = 7341,64N/cm^2$$

Onde que:

δH – Tensão limite de deformação elástica (N/cm²);

β – Factor de esforço exercido no condutor em função do material. Para cobre = 0,73;

w – momento resistente em função da geometria e do material do barramento (Cm³);

d –Afastamentos das fases (cm).

Condições de deformação

$$\delta H \leq \delta \Rightarrow \delta = 1,5x\delta cu$$

A tensão limite mecânica limite para o cobre é de 25000N/cm²

$$\delta = 1,5 \times 25000 = \frac{N}{cm^2}$$

$$\delta H \leq \delta \Rightarrow 7941,64 < 37500N/cm^2$$

A partir da condição acima, verifica-se que não há perigo de deformação permanente.

Dimensionamento de quadro de Baixa tensão (BT)

Canalização irá proceder-se de acordo com o diagrama em anexo às equações abaixo

a) $I_f \leq IN \leq IZ$

b) $I_f \leq 1,45xIZ$

c) $I_f \leq 1,5xIZ$

Escolha de Protecções

d) Contra sobrecarga nas canalizações

$$I_s = \frac{Scarga}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

$$I_s = \frac{479,07 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$I_s = 0,727KA$$

Onde que:

I_s – Corrente no secundário [kA]

U_s –Tensão no secundário [V]

Para cabos VAV monocondutores enterrados á secção de 500mm² tem-se:

$I_{m\acute{a}x}$ =1170A como na (Tabela em anexo).

$$I_z = I_{mazx} \cdot \beta \cdot \gamma$$

$$I_z = 1170x \cdot 1x \cdot 0,89$$

$$I_z = 1041,3A$$

Condição

$$I_z = 1,45 \cdot I_z$$

$$I_z = 1041,3 \cdot 1,45 = 1509,86A$$

$$I_f \leq 1509,86A$$

$$1,15 \cdot I_z$$

$$1,15 \cdot 1041,3 = 1197,49A$$

$$I_{nf} \leq 1197,49A$$

Em cada saída será protegida com fusível gG NH4 da Siemens com calibre máximo de 1250A e com poder de corte de 120KA.

Para cabo VAV 95mm² temos Imáx=295A

Protecção do quadro geral

- Tensão nominal: 500V
- Corrente nominal: 1250A
- Corrente de Ruptura: 120KA
- Modelo Do fusível: NH4
- Segurança: IEC

A protecção individual dos circuitos de saída de baixa tensão será por Fusíveis da Siemens.

Disjuntor

A corrente nominal no lado de baixa tensão é:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

$$I_n = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 0,909KA$$

$I_n = I_{BT} = 0,909KA;$

$I_{cc} = 19,33KA;$

$I_s = 49,21KA;$

$I_{nf} = 909,33A \Rightarrow I_N = 1250A.$

A secção do cabo a usar na ligação entre disjuntor e transformador é de 500mm² sendo do tipo VAV.

- Corrente nominal: 1250
- Capacidade de Ruptura (poder de corte): 80KA

Dimensionamento de cabos de Baixa Tensão (BT)

Dimensionamento de cabo entre transformador e quadro para esta ligação irá usar-se o cabo VAV de secção de 500mm²

Determinação do circuito a transmitir

$$In = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot Un}$$

$$In = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400}$$

$$In = 0,909KA$$

Determinação da secção que permite respeitar às condições limites a corrente Fictícia (If) determina-se pelo parâmetro

$$\text{VAV Subterrâneo} \left\{ \begin{array}{l} \theta_o = 30^\circ C \\ \theta_\rho = 70^\circ C \\ \gamma = 0,89 \\ \beta = 1 \end{array} \right\}$$

$$If = \frac{I}{\gamma \cdot \beta}$$

$$If = \frac{0,909 \times 10^3}{0,89 \times 1}$$

$$If = 1,021KA$$

De acordo com a tabela em anexo os cabos VAV correspondentes a corrente fictícia têm uma secção de 500mm².

Dimensionamento da secção mínima para o aquecimento em casos de curto-circuito

$$S_{cc} = \frac{I_{cc}}{\delta}$$

$$\delta = \frac{\delta_0}{\sqrt{t}}$$

$$\delta = \frac{110}{\sqrt{1}} = 110A/mm^2$$

De acordo com tabela $\left\{ \begin{array}{l} \theta d = 70^\circ \\ \theta f = 160^\circ \\ \delta_0 = 110A/mm^2 \end{array} \right\}$

Irá usar-se cabo de secção 4x95mm²

Onde que:

t— Tempo de duração do curto-circuito

Determinação da secção económica

No cálculo da secção dos condutores a instalar numa instalação eléctrica de BT em que se enquadra Posto de Transformação é de carácter obrigatório o cumprimento de várias regras técnicas e normativas, resultando daí uma secção técnica mínima. No entanto, é recomendável em certos casos, considerar maiores secções por motivos económicos, realizando-se os cálculos necessários.

Considerando que os custos de implementação de uma instalação eléctrica compreendem os custos de obtenção e instalação dos equipamentos, ponderando, neste caso, condutores, cabos e aparelhagem adjacente, tal como a de suporte e protecção, e que irá funcionar durante um determinado período de tempo, em que ocorrem perdas por efeito Joule:

$$S_0 = K \times I \cdot \sqrt{h \times p \times A}$$

$$A = \frac{(1 + ta)^N - 1}{t \times (1 + ta)^N}$$

$$A = \frac{(1 + 0,17)^{15} - 1}{0,17 \times (1 + 0,17)^{15}} = 5,32mm^2$$

$$S_0 = KxI \cdot \sqrt{hxpxA}$$

$$S_0 = 4,6 \times 10^{-3} \times 1,021 \times 10^3 \cdot \sqrt{10 \times 7,6 \times 5,32} = 94,48mm^2$$

Onde que:

K - Constante que toma o valor de $K = 4,61 \times 10^{-3}$ para condutores em alumínio ou

$K = 2,56 \times 10^{-3}$ para condutores de cobre;

S_0 - Secção económica [mm];

I - Intensidade média a transmitir [A];

h - Número de horas de serviço da canalização [horas];

p - Preço da energia eléctrica [M/kWh];

t - Taxa de anual de amortização [$0 < t < 1$];

A - Anuidades [anos];

N - Prazo de amortização previsto para o equipamento [anos].

Conclusão: Vai se usar alumínio de secção de $4 \times 95mm^2$.

Dimensionamento do cabo entre quadro até ao primeiro poste (saídas)

A ligação entre o quadro de BT até primeiro poste será de cabo de VAV.

Para o curto-circuito consideremos às mesmas condições anteriormente referidas, a secção será a mesma que a do transformador até ao quadro, 500mm².

Secção do cabo a partir das saídas (do primeiro poste ao consumidor)

T= 0,45s;

I_{cc}=19,33KA.

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{k}$$

$$S = \frac{19,33 \cdot \sqrt{0,45}}{87} = 149,04\text{mm}^2$$

$$S = 185\text{mm}^2$$

K– 87 (para condutores de alumínio isoladores a PEX);

O cabo a alimentar a carga é: ABC ou LXS 4x185mm².

Dimensionamento do sistema de Aterramento

Neste projecto irá se usar número total de 4 haste espaçada em formato de um quadrado, instalada em quatro pontas.

$$R_{1haste} = \frac{\rho_a}{2\pi l} \ln\left(\frac{4l}{d}\right)$$

$$R_{1haste} = \frac{100}{2\pi \times 2,4} \times \ln\left(\frac{4 \times 2,4}{0,0127}\right)$$

$$R_{1haste} = 44\Omega$$

Onde que:

R_{haste} – Resistência da haste;

ρa – Resistividade do solo= $100\Omega.m$ (Obtido na tabela em anexo);

l – Comprimento da haste =2,4m;

d –Diâmetro da haste = $\frac{1}{2} = 0,0254m$.

Resistência Equivalente do sistema

$$R_{eq} = K \times R_{haste}$$

$$R_{eq} = 0,310 \times 44$$

$$R_{eq} = 13,64\Omega$$

$K=0,310$ Para 4 hastes, conforme a tabela em anexo

O valor está abaixo de 20Ω , que o valor máximo para Posto de transformação e suas estruturas, portanto satisfaz a condição estabelecida em normas de Posto de Transformação.

Distância entre condutores e o solo

$$H_0 = 6 + 0,005 \cdot U_n$$

$$H_0 = 6 + 0,005 \cdot 33$$

$$H_0 = 6,165m$$

Onde que:

H_0 – Distância entre condutores e o solo [m];

U_n –Tensão nominal [kV].

Distância dos condutores à estrada

$$D = 6,3 + 0,01 \times U(KV)$$

$$D = 6,3 + 0,01 \times 33$$

$$D = 6,63m$$

Onde que:

D—distância dos condutores à estrada [m];

U—Tensão nominal [kV].

Conclusão

Este Trabalho teve como principal intuito a demonstração de sistematização de práticas no processo de implementação de posto de transformação buscou-se abordar de uma forma geral as etapas envolvidas na elaboração de processo a partir estudo teóricos e práticos na montagem de posto de transformação tendo em conta cálculos de todos componentes envolvidos e custo para execução.

A empresa concessionária electricidade de Moçambique (EDM), para garantir a curto e médio prazo energia eléctrica estável e de qualidade dentro do distrito de Nacala-Porto, tem em vista aumento de número de pontos de acesso de fornecimento de energia, consecutivamente tem sido levado a cabo projecto de instalação de PT. O projecto proposto, implementação de um Posto de transformação, será implementado pelas empresas subcontratação da concessionária, os estudo de planeamento de expansão de rede eléctrica média e baixa tensão é feita pela direcção de planeamento e de rede, e a execução de montagem por uma outra empresa contratada. A concessionária distribuidora de corrente eléctrica hoje não tem uma ferramenta confiável e precisa para o estudo de implementação de linhas de média tensão, a EDM baseia-se em dados quantitativos do local. Neste trabalho, foi tratado questões técnicas com montagem de posto de transformação e operação de manutenção, mas também foi visto os intervenientes na confiabilidade e foi tratada como critério qualitativo, deste modo avalia-se possibilidades de conexões entre entidade distribuirá e novas entidades consumidoras.

A metodologia adoptada para estruturação do trabalho consistiu no desenvolvimento de tabelas, gráficos e panilhas onde foram demonstrados dados do projecto, a elaboração de questionário e alguns processos descritivos facilitou no estudo do caso contemporâneo. E para validação das metodologias houve apoio crucial em fontes bibliográficas e profissionais da aérea, os quais responderam a questionários avaliando os métodos produzidos.

O presente estudo também avaliou as vulnerabilidades e impactos positivos e negativos do projecto no âmbito da disponibilidade das infra-estruturas, assim como identificou-se medida de mitigação de vulnerabilidades, para evitar que haja perturbações nas linhas de distribuição de média tensão.

O sistema eléctrico de distribuição de média tensão em Nacala-Porto que encontra-se instalado é de 11kV e 3kV, com os principais tipos de posto de transformação nomeadamente PT aéreo, de cabine baixa, e pré-construída dentre 80% são de PT aéreo por sua facilidade de instalação e expansão.

Às manutenções dos transformadores da EDM na maioria das vezes é feita mediante o estado do equipamento ou quando o mesmo apresenta anomalias, o facto acontece devido maior número de transformadores e um baixo número de técnicos especializados na manutenção, no que tange as interrupções de linhas de baixa tensão deve-se a falta de órgão de protecção por parte de alguns consumidores e sobrecargas em alguns pontos.

A maior dificuldade que se verificou no processo de expansão das linhas de média tensão é a falta de ordenamento em alguns pontos do bairro sendo assim dificultando assentamento de poste e demais infra-estrutura que compreendi os PTs.

Limitações encontradas no trabalho foram que numa certa maneira por existir diversidades de cargas, algumas sem nenhuma particularidade por serem diferentes uma das outras mas encontradas no mesmo ponto, e por ser um bairro que não se encontra com separações por lotes existiu muita dificuldade no processo de registo de cargas por consumidores. A principal dificuldade no que concerne a expansão de rede de média tensão no cenário actual está em estimar a confiabilidade de custo do projecto.

Deste modo, os resultados obtidos ao longo do trabalho são satisfatórios pela metodologia usada no mesmo, sendo assim, servindo de referência para os actuais desafios no sector eléctrico moderno, relacionados com aplicabilidade eficiente no que tange a confiabilidade e investimentos para implementação de posto de transformação.

Recomendações

Tendo terminado o trabalho são deixado as seguintes recomendações à EDM e aos Municípios de:

- Elaborar planos de desenvolvimento de redes eléctricas alinhados aos planos de desenvolvimento do local, como forma de evitar a elaboração contínua de projecto;
- Traçar planos de educação cívica aos moradores para os mesmos terem consciência da importância do uso racional de energia eléctrica;
- Aumentar a capacidade das linhas que operam próxima a maiores ponto de entrega caso contrário a potência gerada nos novos postos de transformação não poderá fluir para os consumidores;
- Atendendo a vulnerabilidade das vedações os postos de transformação por ser de arame, recomenda-se que coloca-se vedação de gredilhas de cimento por serem mais resistentes e não acarretam manutenção nem intrusão;
- Para dar ênfase a problemas que vêm sendo verificados por falhas de se fazer aberto e encontrar-se um cabo de ligações eléctricas será necessário em pontos vulneráveis colocar maços de Madeira pintada amarela com cor representativa a existência de um cabo eléctrico em tensão.

Bibliografia

- [1] ABNT. NBR 5380. (1993). Transformadores de Potência. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [2] ALMEIDA, António Tadeu Lyrio de. (2000). Operação e Manutenção em Transformadores. Itajubá: Escola Federal de Engenharia de Itajubá.
- [3] ARAÚJO, Gernylano G. (2011). Desenvolvimento de um programa em excel para dimensionamento de condutores elétricos em baixa e média tensão. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- [4] BARICHELLO, Ivan C. (2012). Dimensionamento Económico e Ambiental de Condutores Elétricos de Baixa Tensão. Universidade São Francisco. Itatiba.
- [5] BOLOTINHA, Manuel. (2017). Basics of HV, MV and LV Installations. Editora Ómega. Janeiro
- [6] BOLOTINHA, Manuel. (2019). 2ª Edição Distribuição de Energia Eléctrica em Média e Baixa Tensão Manual Quântica editora Janeiro.
- [7] BOLOTINHA, Manuel. (2018). Subestações – Montagem Electromecânica, Ensaios e Manutenção. Quântica Editora/Engebook. Janeiro.
- [8] BOLOTINHA, Manuel. (2019). Transporte, Distribuição e Utilização de Redes Eléctricas de Muito Alta, Alta e Média Tensão. Publindústria/Engebook. Outubro.
- [9] CAMINHA, A. C. (1977). Introdução à proteção dos sistemas elétricos. São Paulo: Edgard Blücher.
- [10] CASTRO, Nivalde José de et al. (2017). Qualidade do fornecimento de energia eléctrica: aspectos regulatórios e perspectivas. Rio de Janeiro: Publit,
- [11] CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. (2012). Manual de Distribuição: Projetos de Iluminação Pública. Belo Horizonte,
- [12] CREDER, H. (1991). Instalações Eléctricas. 12. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- [13] COPEL - Companhia Paranaense de Energia. (1998). Manual de iluminação pública. Curitiba,
- [14] COTRIM, Ademaro A. M. B. (2006). Instalações Elétricas. Revisão e adaptação técnica e conformidade com a NBR 5410 de Geraldo Kindermann. 4. ed. São Paulo: Prentice Hall.
- [15] Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro. (1999).

- [16] EDP Distribuição. (2004). - Energia, S.A. DRP-C13-001/N. Postos de transformação MT/BT subterrâneos.
- [17] FILHO, João M. (2002). Instalações elétricas industriais. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC. IPCE- Fio e Cabos Elétricos
- [18] FILHO, João M. (1986). Instalações Elétricas. Rio de Janeiro: LTC.
- [19] FINOCCHIO, Marco António Ferreira. (2013). Apostila: Redes eléctricas de média e baixa tensão. Cornélio Procópio: Publicação Interna UTFPR/CP.
- [20] Gomes, A. A., & Carvalho, J. A. (2018). Instalações Elétricas de Média Tensão, Postos de Transformação e Seccionamento. Pubblindústria, Edições Técnicas.
- [21] KAGAN, Nelson; ROBBA, Ernesto João; (2009). SCHIMIDT, Hernán Prieto. Estimación de indicadores de qualidade da energia eléctrica. São Paulo: Blucher.
- [22] KARDEC, A; NASCIF, J. (1999). Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark,
- [23] KINDERMANN, G. (1992). Descargas Atmosféricas. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto.
- [24] McPARTLAND, J. F. (org.). (1978). Como Projetar Sistema Elétricos. São Paulo: Mc Graw Hill.
- [25] NISKIER, J., MACINTYRE, A. J. (1992). Instalações Elétricas. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- [26] MEIRELES, D. (2010). – Aplicabilidade De Posto de Transformação Centros Urbanos: Proposta De Procedimento Aplicado À Expansão Do Sistema Elétrico. Belo Horizonte.
- [27] PINTO, A. K. XAVIER, J. DE A. N. (2007). Manutenção: função estratégica. 2. ed. Petrópolis: Vozes.
- [28] Portaria n.º 193/2005. (2005).
- [29] SILVA, H. R. (2009). Projeto de postos de transformação. O eletricista.
- [30] SOLIDAL Condutores Elétricos. (2001). S.A. - Guia Técnico, edição revista e actualizada. Portugal.
- [31] VIANNA, H. R. G. (2002). PCM – Panejamento e controle da manutenção. Rio de Janeiro. Qualitymark.

Anexos

Tabela 13: Factor de Utilização e de simultaneidade de várias instalações

Tipo de Instalação	Referência da instalação	Factor de Utilização Ku	Factor de simultaneidade KS1	Factor de simultaneidade KS2
Residencial	Casa	0.5	$K_{s1} = 0.2 + 0.8/\sqrt{n}$	0.85
Instalações de Instituições Públicas	Escola	0.5		
	Jardim	0.75		
	Administração	0.5		
	Restaurante	0.75		
	Supermercado	0.9		
	Talho	0.5		
	Lojas de mercadorias industriais	0.75		
	Cabeleireiro	0.6		
	Correios	0.8		
	Clínicas	0.3		
	Lavandaria	0.95		
	Lojas Desconhecidas	0.75		
	Iluminação pública	1		
Instalações de Instituições Industriais	Carpintaria		0.15-0.3	
	Serrações		0.8	
	Fábrica de móveis		0.25-0.4	
	Empresas petrolíferas		0.3-0.35	
	Indústria metalúrgica		0.35	
	Minas		0.7-0.8	
	Centrais eléctricas		0.75-0.8	
	Fábrica de cimento		0.5-0.85	
	Fábrica de fibras sintéticas		0.6-0.7	
	Fábrica de máquinas ferramentas		0.25	
Fábrica de aço		0.35		

Fonte: [NBR, 2006]

Tabela 14: Demanda de apartamento em função da área útil

Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA	Área (m ²)	kVA
-	-	51	1,18	101	2,17	151	3,12	201	4,03	251	4,91	301	5,78	351	6,63
-	-	52	1,20	102	2,19	152	3,13	202	4,04	252	4,93	302	5,80	352	6,65
-	-	53	1,22	103	2,21	153	3,15	203	4,06	253	4,95	303	5,81	353	6,66
-	-	54	1,24	104	2,23	154	3,17	204	4,08	254	4,96	304	5,83	354	6,68
-	-	55	1,26	105	2,25	155	3,19	205	4,10	255	4,98	305	5,85	355	6,70
-	-	56	1,28	106	2,27	156	3,21	206	4,12	256	5,00	306	5,86	356	6,72
-	-	57	1,30	107	2,29	157	3,23	207	4,13	257	5,02	307	5,88	357	6,73
-	-	58	1,32	108	2,31	158	3,25	208	4,15	258	5,03	308	5,90	358	6,75
-	-	59	1,34	109	2,33	159	3,26	209	4,17	259	5,05	309	5,92	359	6,77
-	-	60	1,36	110	2,35	160	3,28	210	4,19	260	5,07	310	5,93	360	6,78
-	-	61	1,38	111	2,37	161	3,30	211	4,20	261	5,09	311	5,95	361	6,80
-	-	62	1,40	112	2,39	162	3,32	212	4,22	262	5,10	312	5,97	362	6,82
-	-	63	1,43	113	2,40	163	3,34	213	4,24	263	5,12	313	5,98	363	6,83
-	-	64	1,45	114	2,42	164	3,36	214	4,26	264	5,14	314	6,00	364	6,85
-	-	65	1,47	115	2,44	165	3,37	215	4,28	265	5,16	315	6,02	365	6,87
-	-	66	1,49	116	2,46	166	3,39	216	4,29	266	5,17	316	6,04	366	6,88
-	-	67	1,51	117	2,48	167	3,41	217	4,31	267	5,19	317	6,05	367	6,90
-	-	68	1,53	118	2,50	168	3,43	218	4,33	268	5,21	318	6,07	368	6,92
-	-	69	1,55	119	2,52	169	3,45	219	4,35	269	5,23	319	6,09	369	6,93
-	-	70	1,57	120	2,54	170	3,47	220	4,36	270	5,24	320	6,10	370	6,95
21	1,00	71	1,59	121	2,56	171	3,48	221	4,38	271	5,26	321	6,12	371	6,97
22	1,00	72	1,61	122	2,57	172	3,50	222	4,40	272	5,28	322	6,14	372	6,98
23	1,00	73	1,63	123	2,59	173	3,52	223	4,42	273	5,29	323	6,16	373	7,00
24	1,00	74	1,65	124	2,61	174	3,54	224	4,44	274	5,31	324	6,17	374	7,02
25	1,00	75	1,67	125	2,63	175	3,56	225	4,45	275	5,33	325	6,19	375	7,03
26	1,00	76	1,69	126	2,65	176	3,57	226	4,47	276	5,35	326	6,21	376	7,05
27	1,00	77	1,71	127	2,67	177	3,59	227	4,49	277	5,36	327	6,22	377	7,07
28	1,00	78	1,73	128	2,69	178	3,61	228	4,51	278	5,38	328	6,24	378	7,09
29	1,00	79	1,75	129	2,71	179	3,63	229	4,52	279	5,40	329	6,26	379	7,10
30	1,00	80	1,76	130	2,73	180	3,65	230	4,54	280	5,42	330	6,27	380	7,12
31	1,00	81	1,78	131	2,74	181	3,67	231	4,56	281	5,43	331	6,29	381	7,14
32	1,00	82	1,80	132	2,76	182	3,68	232	4,58	282	5,45	332	6,31	382	7,15
33	1,00	83	1,82	133	2,78	183	3,70	233	4,59	283	5,47	333	6,33	383	7,17
34	1,00	84	1,84	134	2,80	184	3,72	234	4,61	284	5,49	334	6,34	384	7,19
35	1,00	85	1,86	135	2,82	185	3,74	235	4,63	285	5,50	335	6,36	385	7,20
36	1,00	86	1,88	136	2,84	186	3,76	236	4,65	286	5,52	336	6,38	386	7,22
37	1,00	87	1,90	137	2,86	187	3,77	237	4,67	287	5,54	337	6,39	387	7,24
38	1,00	88	1,92	138	2,88	188	3,79	238	4,68	288	5,55	338	6,41	388	7,25
39	1,00	89	1,94	139	2,89	189	3,81	239	4,70	289	5,57	339	6,43	389	7,27
40	1,00	90	1,96	140	2,91	190	3,83	240	4,72	290	5,59	340	6,44	390	7,29
41	1,00	91	1,98	141	2,93	191	3,85	241	4,74	291	5,61	341	6,46	391	7,30
42	1,00	92	2,00	142	2,95	192	3,86	242	4,75	292	5,62	342	6,48	392	7,32
43	1,01	93	2,02	143	2,97	193	3,88	243	4,77	293	5,64	343	6,50	393	7,34
44	1,03	94	2,04	144	2,99	194	3,90	244	4,79	294	5,66	344	6,51	394	7,35
45	1,05	95	2,06	145	3,01	195	3,92	245	4,81	295	5,68	345	6,53	395	7,37
46	1,08	96	2,08	146	3,02	196	3,94	246	4,82	296	5,69	346	6,55	396	7,39
47	1,10	97	2,10	147	3,04	197	3,95	247	4,84	297	5,71	347	6,56	397	7,40
48	1,12	98	2,12	148	3,06	198	3,97	248	4,86	298	5,73	348	6,58	398	7,42
49	1,14	99	2,14	149	3,08	199	3,99	249	4,88	299	5,74	349	6,60	399	7,44
50	1,16	100	2,16	150	3,10	200	4,01	250	4,89	300	5,76	350	6,61	400	7,45

Fonte: [DT -sector normalização técnica, 2002]

Tabela 15: Principais grupos de ligações

ÍNDICE DE DESFA- GEM OU HORÁRIO	SÍMBOLO DA LIGA- ÇÃO	DIAGRAMA VECTORIAL	
		TENSÃO MAIS ELE- VADA	TENSÃO MENOS ELEVADA
0 (0°)	Dd0		
	Yy0		
	Dz0		
5 (150°)	Dy5		
	Yd5		
	Yz5		
6 (180°)	Dd6		
	Yy6		
	Dz6		
11 (330°) (-30°)	Dy11		
	Yd11		
	Yz11		

Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

Tabela 16: Significado da codificação do grau de protecção pelos invólucros

Letras do código		IP	Significado para a protecção	
			do equipamento	de pessoas
Primeiro algarismo característico	Grau de protecção dos invólucros de equipamentos eléctricos contra a penetração de corpos sólidos	0	(Não protegido)	(Não protegido)
		1	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 50 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com as costas da mão
		2	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 12,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um dedo
		3	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 2,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com uma ferramenta
		4	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 1 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		5	Protegido contra a penetração de poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		6	Estanque à poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio

Letras do código		IP	Significado para a proteção	
			do equipamento	de pessoas
Segundo algarismo característico	Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de água	0	(Não protegido)	--
		1	Protegido contra a queda vertical de gotas de água	--
		2	Protegido contra a queda vertical de gotas de água com o invólucro inclinado no máximo 15°	--
		3	Protegido contra a chuva	--
		4	Protegido contra as projeções de água	--
		5	Protegido contra os jatos de água	--
		6	Protegido contra fortes jatos de água	--
		7	Protegido contra os efeitos de imersão temporária em água	--
		8	Protegido contra os efeitos da imersão permanente em água	--
Letra adicional (facultativa)		A	Protegido contra o acesso a partes perigosas com as costas da mão	
		B	Protegido contra o acesso a partes perigosas com o dedo	
		C	Protegido contra o acesso a partes perigosas com uma ferramenta	
		D	Protegido contra o acesso a partes perigosas com um fio	
Letra suplementar (facultativa)		H	Informação suplementar específica a: Equipamento de alta tensão	
		M	Informação suplementar específica a: Movimento durante o ensaio de água	
		S	Informação suplementar específica a: Estacionário durante o ensaio de água	
		W	Informação suplementar específica a: Intempéries	

Fonte: [António Gomes, 2020]

Tabela 17: Critério base de aplicação dos vários regimes de neutro de acordo com vários parâmetros característicos das redes e equipamentos de BT

Parâmetros de base	Características	Aconselhável	Possível	Desaconselhável
Natureza da rede	Rede muito comprida com boas tomadas de terra de utilização ($\leq 10 \Omega$)	TT	TN	IT
	Idem, mas com más tomadas de terra de utilização ($> 30 \Omega$)	TT		IT TN
	Rede perturbada (zona de trovoadas)	TN	TT	IT
	Rede com correntes de fuga importantes ($> 500 \text{ mA}$)	TN	TT	IT
	Rede com linha aéreas exteriores	TT	TN	IT
	Grupo electrogéneo de socorro	IT	TT	TN
Natureza dos receptores	Receptores sensíveis a grandes correntes de defeito, como por exemplo motores	IT	TT	TN
	Receptores de fraco isolamento (fornos eléctricos, máquinas de soldar, equipamento de cozinha industriais, etc.)	TN	TT IT	
	Vários receptores monofásicos móveis, semi-fixos e portáteis (berbequins, por exemplo)	TT		IT TN
	Receptores com movimento contínuo (telas transportadoras, por exemplo)	TN	IT	TT
Diversos	Alimentação por transformador com ligação Yy	IT	TT	TN
	Locais com risco de incêndio	TT IT		TN
	Instalação com modificações permanentes (instalações de estaleiro, por exemplo)	TT	IT	TN
	Aumento de potência de consumidores alimentados em <i>BT</i> e que passa a ser alimentado em <i>MT</i> com um <i>PT</i> privativo	TT		TN IT
	Instalações onde não é possível assegurar a continuidade dos circuitos de terra (<i>instalações de estaleiro</i> , por exemplo)	TT		TN IT

(Fonte: Guide de l' installation électrique – Merlin Gerin – edição de Janeiro de 1982)

Tabela 18: Valores típicos de resistividade do solo

Tipo de solo	Resistividade – ρ (Ω m)
Terreno pantanoso	0 a 30
Lodo	20 a 100
Terra vegetal	10 a 150
Turfa húmida	5 a 100
Argila plástica	50
Terra calcária ou argila compacta	100 a 200
Terra calcária do jurássico	30 a 40
Areia argilosa	50 a 500
Areia de sílica	200 a 3000
Solo rochoso nu	1500 a 3000
Solo rochoso nu coberto de relva	300 a 500
Calcário mole	100 a 300
Calcário compacto	1000 a 5000
Calcário gretado	500 a 1000
Xistos	50 a 300
Micaxisto	800
Granitos e grés alterados	1500 a 10.000
Granitos e grés muito alterados	100 a 600
Gravilha	\approx 2500
Asfalto	2×10^6 a 30×10^6
Betão	1×10^6 a 1×10^9

Fonte: [Vilela Pinto, 2000]

Tabela 19: Valor recomendados de terra de protecção em instalações tipo

Instalação	Terra de protecção	Documento de referência
Subestação	< 1 Ω	RSSPTS ¹⁾
Apoios de AT (até 1km da subestação)	< 30 Ω	DRE-C10-001
Apoios de AT com transição aéreo-subterrânea	< 30 Ω	²⁾
Apoios de MT com transição aéreo-subterrânea	< 20 Ω	DRE-C11-040 ³⁾
Postos de transformação do tipo aéreo	< 20 Ω	DRE-C11-040
Postos de transformação do tipo cabina alta	< 20 Ω	DRE-C11-040
Postos de transformação do tipo cabina baixa	< 20 Ω	DRE-C11-040
Apoios MT com órgãos de corte de rede	< 20 Ω	DRE-C11-040
Apoios MT com seccionadores equipados com DST	< 20 Ω	DRE-C11-040

1) Regulamento de Segurança de Subestações e de Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS). Nos locais onde não é possível garantir no máximo 1 Ω para a terra de protecção, devem ser consideradas as recomendações do DRP-C13-530 - Instalações AT e MT. Validação de redes de terra de subestações AT/MT pelo controlo das tensões de contacto e de passo. Recomendações de projeto.

2) por analogia com o definido para os apoios de AT com cabo de guarda até 1 km da subestação no DRE-C10-001.

3) DRE-C11-040 – Guia Técnico de Terras. 1ª parte – Ligações à terra. Regras de execução e de montagem.

Fonte: [Vilela Pinto, 2000]

Tabela 20: Resistência equivalente para número de haste

Espaçamentos	$L = 2,4m \quad d = \frac{1}{2}'' \quad R_1 \text{ haste} = 0,440\rho a$							
	2,5m		3m		4m		5m	
Número de Hastes	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K
2	0,248 ρa	0,564	0,244 ρa	0,555	0,239 ρa	0,543	0,235 ρa	0,535
3	0,178 ρa	0,406	0,174 ρa	0,395	0,168 ρa	0,381	0,164 ρa	0,372
4	0,141 ρa	0,321	0,136 ρa	0,310	0,130 ρa	0,297	0,127 ρa	0,288
5	0,118 ρa	0,268	0,113 ρa	0,258	0,107 ρa	0,245	0,104 ρa	0,236
6	0,102 ρa	0,231	0,097 ρa	0,221	0,092 ρa	0,209	0,088 ρa	0,201
7	0,090 ρa	0,204	0,085 ρa	0,195	0,080 ρa	0,182	0,077 ρa	0,175
8	0,080 ρa	0,183	0,076 ρa	0,174	0,071 ρa	0,162	0,068 ρa	0,155
9	0,073 ρa	0,166	0,069 ρa	0,157	0,064 ρa	0,147	0,061 ρa	0,140
10	0,067 ρa	0,152	0,063 ρa	0,144	0,059 ρa	0,134	0,056 ρa	0,127
11	0,062 ρa	0,140	0,058 ρa	0,133	0,054 ρa	0,123	0,051 ρa	0,117
12	0,057 ρa	0,131	0,054 ρa	0,123	0,050 ρa	0,114	0,048 ρa	0,108
13	0,054 ρa	0,122	0,051 ρa	0,115	0,047 ρa	0,106	0,044 ρa	0,101
14	0,051 ρa	0,115	0,048 ρa	0,108	0,044 ρa	0,100	0,041 ρa	0,094
15	0,048 ρa	0,109	0,045 ρa	0,102	0,041 ρa	0,094	0,039 ρa	0,089

Fonte: [Vilela Pinto, 2000]

Tabela 21: Tensões nominais de sistemas 1 kV <math>U_n < 35\text{ kV}</math> e tensões máximas correspondentes para equipamentos (IEC)

Série I			Série II	
Tensão máxima para equipamentos (kV)	Tensão nominal de sistema (kV)		Tensão máxima para equipamentos (kV)	Tensão nominal de sistema (kV)
3,6	3,3*	3*	4,4	4,16*
7,2	6,6	6*	—	—
12	11	10	—	—
—	—	—	13,2	12,47
—	—	—	13,97	13,2
—	—	—	14,52	13,8*
(17,5)	—	(15)	—	—
24	22	20	—	—
—	—	—	26,4	24,94
36	33	—	—	—
—	—	—	36,5	34,5
40,5	—	35	—	—

Fonte: [António Gomes, 2020]

Tabela 22: Potências mínimas usadas no dimensionamento das instalações habitacionais

Potência	Sistema	Corrente	Nº de compartimentos
3,45kVA	Monofásico	15A	1
6,9kVA	Monofásico	30A	2 a 6
10,35kVA	Monofásico	45A	Mais de 6
6,9kVA	Trifásico	10A	Ate 6
10,35kVA	Trifásico	15A	Mais de 6

Fonte: [RSRDEEBT, 2006]:

Tabela 23: Calibre máximo do fusível BT que garante selectividade com fusível MT

Transformadores MT/BT		Fusíveis de MT	Fusíveis de BT
Tensão (kV)	Potência (kVA)	Corrente estipulada (A)	Corrente estipulada (A)
10	250	31,5	200
	400	40	315
	630	63	400
	1000	100	400
15	160	16	160
	250	20	200
	400	25	315
	630	50	400
	1000	63	400
30	160	6,3	125
	250	10	250
	400	16	315
	630	25	400
	1000	40	400

Fonte: [Delmar, 2006]

Tabela 24: Elo Fusíveis para Transformador de Distribuição

DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL	CHAVE IN (A)
Até 15	1 H	100
Até 30	1 H	100
Até 45	2 H	100
Até 75	2 H	100
Até 112,5	3 H	100
Até 150	5 H	100
Até 225	6 K	100
Até 300	8 K	100
Até 500	12 K	100
Até 750	15 K	100
Até 1000	25 K	100
Até 1500	30 K	100
Até 2000	50 K	100
Até 2500	65 K	100

Fonte: [Delmar, 2006]

Tabela 25: Características Eléctricas dos Cabos VV, VAV
Baixa Tensão – Condutor em Cobre – Revestimento em PVC

Secção Nominal mm ²	1 Condutor			2 Condutores (5)			3, 4 e 4+T Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U = V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$ (4)	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U = V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$	Instalação Subterrânea (2) Intensidade A	Instalação Ao Ar (3) Intensidade A	Queda de Tensão $\Delta U = V / AKm$ Cos $\phi = 0,8$
0,5	-	12	-	-	10	-	-	9	-
0,75	-	15	-	-	13,5	-	-	12	-
1	-	18	-	-	14,5	34,800	-	13	30,100
1,5	34	23	20,200	30	19	23,300	25	17	20,200
2,5	45	31	12,400	40	26	14,300	35	24	12,400
4	60	42	7,770	50	35	8,940	45	31	7,740
6	75	52	5,220	65	44	6,000	60	42	5,190
10	105	74	3,140	90	61	3,600	80	57	3,120
16	135	96	2,020	120	83	2,300	110	79	1,990
25	180	127	1,310	155	110	1,480	135	96	1,280
35	225	158	0,963	185	132	1,080	165	114	0,946
50	260	184	0,734	220	158	0,822	190	132	0,718
70	345	242	0,533	280	198	0,589	245	171	0,520
95	410	290	0,406	335	237	0,443	295	206	0,393
120	485	343	0,340	380	268	0,368	340	237	0,326
150	550	387	0,299	435	308	0,313	390	272	0,279
185	630	444	0,250	490	343	0,265	445	312	0,238
240	740	523	0,210	570	400	0,218	515	360	0,198
300	855	602	0,183	640	448	0,188	590	413	0,172
400	1015	721	0,160	760	536	0,164	700	492	0,150
500	1170	822	0,140	-	-	-	-	-	-

- (1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (ternos juntivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.
(2) - Temperatura do solo de 20°C.
(3) - Temperatura ambiente de 30°C.
(4) - As quedas de tensão são indicadas para canalização trifásica.
(5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para canalização monofásica.
(6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

Fonte: [Solidal, 2009]

Tabela 26: Cabos para redes subterrâneas de distribuição

Cabos não armados		Cabos armados	
Isolação PVC	Isolação PEX	Isolação PVC	Isolação PEX
VV 2x1,5	XV 2x1,5	VAV 2x2,5	XAV 2x2,5
VV 3x1,5	XV 3x1,5	VAV 4x2,5	XAV 4x2,5
VV 3G1,5	XV 3G1,5	VAV 4G2,5	XAV 4G2,5
VV 2x2,5	XV 2x2,5	VAV 2x6	XAV 2x6
VV 3x2,5	XV 3x2,5	VAV 4x6	XAV 4x6
VV 3G2,5	XV 3G2,5	VAV 4G6	XAV 4G6
VV 4x2,5	XV 4x2,5	VAV 2x10	XAV 2x10
VV 4G2,5	XV 4G2,5	VAV 4x10	XAV 4x10
VV 10x2,5	XV 10x2,5	VAV 4G10	XAV 4G10
VV 4x4	XV 4x4	VAV 2x16	XAV 2x16
VV 2x6	XV 2x6	VAV 3x16+10	XAV 3x16+10
VV 4x6	XV 4x6	VAV 3x25+16	XAV 3x25+16
VV 4G6	XV 4G6	LVAV 3x150+70	LXAV 3x150+70
VV 4x10	XV 4x10	LVAV 3x185+95	LXAV 3x185+95
VV 4G10	XV 4G10	LSVAV 2x16	LSXAV 2x16
VV 1G25	XV 1G25	LSVAV 4x16	LSXAV 4x16
VV 1G35	XV 1G35	LSVAV 2x35	LSXAV 2x35
VV 1x35	XV 1x35	LSVAV 4x35	LSXAV 4x35
LVV 1x400	LXV 1x400	LSVAV 4x50	LSXAV 4x50
LSVV 1x380		LSVAV 4x95	LSXAV 4x95

Fonte: [Solidal, 2009]

Tabela 27: Capacidade de condução de corrente

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

Fonte: [NBR 5410, 2004]

Tabela 28: Característica do Cobre e Alumínio

Características	Cobre (recozido)	Alumínio
Grau de pureza (%)	> 99,9	> 99,5
Densidade a 20°C (gr/cm ³)	8,89	2,70
Resistividade a 20°C (Ω.mm ² /m)	0,017241	0,028264
Coefficiente de variação da resistência ôhmica, temp. de referência = 20°C (°C ⁻¹)	0,00393	0,00403
Coefficiente de dilatação linear (°C ⁻¹)	17x10 ⁻⁶	23x10 ⁻⁶
Condutividade térmica (W/cm.°C)	3,85	2,17
Calor específico (Cal/°C.g)	0,093	0,214
Ponto de fusão (°C)	1080	660
Tensão de rotura (N/mm ²) *	200 a 250	125 a 205; 60 a 105 (macio)
Alongamento à rotura (%) *	15 a 35	1 a 4; 15 a 25 (macio)

Fonte: [Silva, 2009]

Tabela 29: Corrente Máxima admissíveis por condutor ao ar livre

CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE									
CORRENTES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS POR CONDUTOR AO AR LIVRE									
seção nominal (mm ²)	temperatura no condutor: 90°C — temperatura ambiente: 30°C								
	em bandejas			em canaletas			em eletrodutos (*)		
	I 3 cabos unipolares em plano	II 3 cabos unipolares em trifólio	III 1 cabo tripolar	IV 3 cabos unipolares em plano	V 3 cabos unipolares em trifólio	VI 1 cabo tripolar	VII 3 cabos unipolares em plano	VIII 3 cabos unipolares em trifólio	IX 1 cabo tripolar
EPROTENAX COMPACT, EPROTENAX E VOLTALENE DE 3,6/6 kV A 8,7/15 kV									
10	105	87	87	92	80	80	87	67	67
16	137	114	114	120	104	104	114	87	87
25	181	150	150	156	135	135	147	112	112
35	221	183	183	189	164	164	178	136	136
50	267	221	221	226	196	196	213	162	162
70	333	275	275	279	243	243	262	200	200
95	407	337	337	336	294	294	316	243	243
120	470	390	390	384	338	338	361	278	278
150	536	445	445	433	382	382	408	315	315
185	613	510	510	491	435	435	463	357	357
240	721	602	602	569	509	509	541	419	419
300	824	687	687	643	575	575	614	474	474
400	959	796	796	734	658	658	706	543	543
500	1.100	907	—	829	741	—	803	613	—
EPROTENAX COMPACT, EPROTENAX E VOLTALENE DE 12/20 kV A 20/35 kV									
16	137	118	118	120	107	107	115	91	91
25	179	154	154	155	138	138	149	117	117
35	217	186	186	187	166	166	179	139	139
50	259	225	225	221	199	199	215	166	166
70	323	279	279	273	245	245	264	205	205
95	394	341	341	329	297	297	319	247	247
120	454	393	393	375	340	340	364	283	283
150	516	448	448	423	385	385	411	320	320
185	595	513	513	482	437	437	466	363	363
240	702	604	604	560	510	510	545	425	425
300	802	690	—	633	578	—	618	481	—
400	933	800	—	723	661	—	711	550	—
500	1.070	912	—	817	746	—	809	622	—

Fonte:[Solidal, 2009]

Tabela 30: Factores de demanda de motores eléctricos

Potência nominal [CV ou HP]	Potência absorvida na rede		Corrente à plena carga [A]		Corrente de partida [A]		cos Φ médio	
	kW	kVA	380V	220V	380V	220V		
Motores trifásicos	1/3	0,39	0,65	0,90	1,70	4,10	7,10	0,61
	1/2	0,58	0,87	1,30	2,30	5,80	9,90	0,66
	3/4	0,83	1,26	1,90	3,30	9,40	16,30	0,66
	1	1,05	1,52	2,30	4,00	11,90	20,70	0,69
	1,5	1,54	2,17	3,30	5,70	19,10	33,10	0,71
	2	1,95	2,70	4,10	7,10	25,00	44,30	0,72
	3	2,95	4,04	6,10	10,60	38,00	65,90	0,73
	4	3,72	5,03	7,60	13,20	43,00	74,40	0,74
	5	4,51	6,02	9,10	15,80	57,10	98,90	0,75
	7,5	6,57	8,65	12,70	22,70	90,70	157,10	0,76
	10	8,89	11,54	17,50	30,30	116,10	201,10	0,77
	12,5	10,85	14,09	21,30	37,00	156,00	270,50	0,77
	15	12,82	16,65	25,20	43,70	196,60	340,60	0,77
	20	17,01	22,10	33,50	58,00	243,70	422,10	0,77
	25	20,92	25,83	39,10	67,80	275,70	477,60	0,81
	30	25,03	30,52	46,20	80,10	326,70	566,00	0,82
	40	33,38	39,74	60,20	104,30	414,00	717,30	0,84
	50	40,93	48,73	73,80	127,90	528,50	915,50	0,84
	60	49,42	58,15	88,10	152,60	632,60	1.095,70	0,85
	75	61,44	72,28	109,50	189,70	743,60	1.288,00	0,85
100	81,23	95,56	144,80	250,80	934,70	1.619,00	0,85	
125	100,67	117,05	177,30	307,20	1162,70	2.014,00	0,86	
150	120,09	141,29	214,00	370,80	1455,90	2.521,70	0,85	
200	161,65	190,18	288,10	499,10	1996,40	3.458,00	0,85	

Fonte:[AES, eletroPaulo, 2012]

Tabela 31: Limitações e Dimensionamento para Unidades Consumidoras

Tabela de Limitações e Dimensionamento para Unidades Consumidoras											
Atendimento				Dimensionamento		Limitações					
Categoria	Demanda Máxima Prevista (kVA)	Disjuntor (A)	Nº de Fases	Ramal Alimentador das Unidades Consumidoras		Capacidade máxima em aparelhos de ar-condicionado (cv)			Capacidade máxima em aparelhos de raios X (kVA)		
				Condutores Cobre (mm ² , ¹)	Eletroduto Interno (mm)	F/N	F/F	Trifásico	F/N	F/F	Trifásico
10	3	30	1	6	25	1	-	-	0.75	-	-
11	5	40	1	10	25	2	-	-	0.75	-	-
12	6	50	1	10	25	2	-	-	0.75	-	-
14	9	70	1	16	25	2	-	-	3	-	-
27	9	40	2	10	25	2	3	-	0.75	1.5	-
28	11	50	2	10	25	2	3	-	0.75	1.5	-
30	15	70	2	25	33	2	7.5	-	3	5	-
35	15	40	3	10	25	2	3	10	0.75	1.5	3
36	19	50	3	10	25	2	3	10	0.75	1.5	3
38	26	70	3	25(16)	50	2	7.5	20	3	5	12
41	38	100	3	35(25)	50	3	10	25	6.5	10	20
42	48	125	3	50(35)	50	7.5	12.5	30	6.5	10	20
43	57	150	3	70(50)	62	7.5	12.5	40	6.5	20	32
44	67	175	3	95(70)	78	7.5	12.5	50	6.5	20	32
45	76	200	3	95(70)	78	7.5	12.5	50	6.5	20	50

- 1 - A potência instalada em cada unidade consumidora não deverá ser superior a 75kW.
- 2 - A critério do consumidor, ou por exigência da COPEL, poderão ser utilizados disjuntores de menor corrente nominal.
- 3 - As dimensões estabelecidas são mínimas.
- 4 - A bitola dos condutores, indicada entre parênteses, refere-se à bitola reduzida permitida para o condutor neutro.
- 5 - Os condutores e eletrodutos dimensionados para o ramal alimentador das unidades consumidoras servem como referência. Deverão ser adotadas bitolas maiores, caso as condições da instalação assim o exigirem.

Fonte: [NTC - 9-01110 – COPEL, 2006]

Tabela 32: Ficha de Inspeção de Posto de Transformação Aéreos

Ficha de Inspeção de Postos de Transformação Aéreos

Empresa: _____

Nome do Técnico: _____

Rubrica/Data: _____

	Prioridade Intervenção a)					Observações
	OK	A	B	C	NA	
Travessa						
1. Estado geral						
Apoio						
2. Estado geral						
3. Acessos						
Plataforma						
4. Do seccionador – Estado geral						
5. Do quadro – Estado geral						
6. Ligação à terra de protecção						
Seccionador/Interruptor-Seccionador						
7. Estado geral (Isoladores, facas e comando)						
8. Numeração do órgão de corte						
9. Comando ligado à terra						
Barramento						
12. Estado geral						
Transformador						
11. Existência de focos de corrosão						
12. Isoladores – Primário e secundário						
13. Chapa de características visível						
14. Nível de óleo						
15. Fugas de óleo das juntas de vedação						
16. Estado da sílica gel b)						
17. Suporte						
Descarregadores de sobretensão						
18. Estado geral e ligação directa à terra						
Tubos de Protecção						
19. Estado geral e fixação						
Quadro Geral BT						
20. Invólucro – Estado geral, limpeza e pintura						
21. Placa de Identificação e de “Perigo de Morte”						

22. Cadeado/Chave						
23. Interruptor geral/Disjuntor						
24. Indicação do sentido de rotação de fases						
25. Identificação de saídas BT						
26. Bases fusíveis						
27. Calibre de fusíveis conforme "Ficha de Fusíveis" afixada						
28. Existência de pontos quentes barramento/Ligações c)						
29. Mapa de registo de terras d)						TP: Ω TS: Ω
30. Croqui da localização de circuitos de terra						
31. Bainhas de cabos BT isoladas/desligadas						
32. Mapa de primeiros socorros						

Observações Complementares

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

a)
Se conforme - Ok;
Não Aplicável - NA;
Assinalar com X as anomalias segundo o critério (A, B, C):
Critério: A - INTERVENÇÃO URGENTE;
exacta dos pontos
B - INTERVENÇÃO A PROGRAMAR;
C - ACOMPANHAR, NÃO SENDO NECESSÁRIA INTERVENÇÃO (fotografia e imagem termográfica).

Considerar:
A $\Delta t \geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ou $t \geq 80 \text{ }^\circ\text{C}$
B $15 \leq \Delta t < 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ou $t \geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$





b)
Estado da Sílica gel: Normal: > 40% AZUL
Necessita de Intervenção: < 40% AZUL

c)
Identificar em observações a localização
quentes e se apresenta danos visíveis

d)
Terras (TP e TS):
Normal: < 20 Ω
Necessita de Intervenção: > 20 Ω

Fonte: [Autor, 2022]

Tabela 33: Principais Característica de Luminárias usadas na Iluminação Pública

FORNECEDOR	FAMÍLIA	MODELO	CÓDIGO BHIP	POTÊNCIA (W)	CÓDIGO ÓPTICA BHIP	FLUXO LUMINOSO(lm)
	BRP220	BRP220 LED26/NW 22W DME P7 0-10	410010030047	22	IB	2.600
		BRP220 LED45/NW 38W DME P7 0-10	410010030049	38	IB	4.500
		BRP220 LED54/NW 48W DME P7 0-10	410010030051	48	IB	5.400
	BRP371	BRP371 A LED70-5S2/NW 60W DME P7/ TILT	410010030147	60	IA	7.000
		BRP371 A LED85-4S/NW 71W DW1 P7 MP 0-10V	410010030052	71	ID	8.500
		BRP371 A LED100-4S/W 85W DW1 P7 0-10V	410010030061	85	ID	10.000
		BRP371 A LED117-5S2/NW 100W DME P7/ TILT	410010030148	100	IA	11.700
	BRP492 RoadFlex	BRP492 A LED172-4S/NW 130W DW1 P7 0-10BH	410010030157	130	ID	17.200
		BRP492 A LED195-4S/NW 150W DW1 P7 0-10	410010030163	150	ID	19.500
		BRP492 A LED221-4S/NW 170W DW1 P7 0-10	410010030158	170	ID	22.100
		BRP492 A LED273-4S/NW 210W DW1 P7 0-10	410010030159	210	ID	27.300
		BRP493 A LED299-4S/NW 230W DW1 P7 0-10	410010030160	230	ID	29.900
		BRP493 A LED351-4S/NW 270W DW1 P7 0-10	410010030161	270	ID	35.100
	TANGO	PROJETOR BVP381 LED65/NW 50W 220-240V SWB GM	410010050019	50	P12	6.500
		PROJETOR BVP381 LED91/NW 70W 220-240V SWB GM	410010050020	70	P12	9.100
		PROJETOR BVP381 LED130/NW 100W 220-240V SWB GM	410010050021	100	P12	13.000
		PROJETOR BVP382 LED195/NW 150W 220-240V SWB GM	410010050010	150	P12	19.500
		PROJETOR BVP382 LED260/NW 200W 220-240V SWB GM	410010050023	200	P12	26.000

Fonte: [Philips, 2021]

Tabela 34: Tabela Abreviatura Normativa Internacional

INDICATIVO	ORGANISMO DE NORMALIZAÇÃO	ABREVIATURA	PAÍS
ANSI	American National Standards Institute	ANSI	USA
BS	British Standards Institution	BSI	Grã-Bretanha
CEI	Comitato Electrotechnico Italiano	CEI	Itália
DIN/VDE	Verband Deutscher Electrotechniker	VDE	Alemanha
EN	Comité Européen de Normalisation	CENELEC	Europa
GOST	Gosudarstvenno Komitet Standard	GOST	Rússia
IEC	International Electrotechnical Commission	IEC	Mundo
JIS	Japanese Industrial Standard	JISC	Japão
NBN	Institut Belge de Normalisation	IBN	Bélgica
NEN	Nederlands Normalisatie Institut	NNI	Países- Baixos
NFC	Union Technique de l' Electricité	UTE	França
SAA	Standards Association of Australia	SAA	Austrália
UNE	Instituto Nacional de Racionalizacion e Normalizacion	IRANOR	Espanha

Fonte: [Portaria n.º 193/2005, 2005]

Tabela 35: Custo total de material para Implementação de Montagem do PT no Bairro de Naherengue

Nome:	Implementação de PT 630kVA 33/0.4 KV no bairro de Naherengue				ASC Nacala
Construção do PT					
Ord	Designação	Und	de	P.Uni	P.Total
1	Poste de Madeira 12m	Un	2	6800,00	13600,00
2	Transformador 630KVA, 33/0.4KV	Un	1	783334,25	783334,25
3	Isoladores poliméricos de amarração de 36KV	Un	3	606,26	1818,78
4	Isoladores horizontais STV 35 com pernos	Un	3	551,54	1654,62
5	Pinça de amarração MT		3	365,50	1096,50
6	Bola de Gancho	Un	3	423,20	1269,60
7	Rótula Olhais	Un	3	69,00	207,00
8	Perfil U de 100x50x8mm	Un	2	3117,84	6235,68
9	Perfil L de 80x80x8mm	Un	3	3682,55	11047,65
10	Pará-raios de 36KV	Un	3	1850,00	5550,00
11	Drop outs	Un	3	1682,36	5047,08
12	ACSR Mink 73,65mm ²	m	75	50,47	3785,25
13	Espia Completa de MT	Un	2	1140,08	2280,16
14	Electródos de Terra	Un	10	364,49	3644,90
15	Condutor de Cobre nu de 35mm ²	m	100	119,54	11954,00
16	Terminais de cobre 185mm ²	un	8	17,83	142,64
17	Terminais Bimetálico 185mm ²	Un	6	66,37	398,22
18	Ligadores parelos de Alumínio	Un	12	34,16	409,92
19	Ligadores parelos de electrodos de terra	Un	10	131,37	1313,70
20	Grancho roscado M16	Un	14	760,01	10640,14
21	Grancho roscado M20	Un	4	297,50	1190,00
22	Cabo VAV 3x185+95mm ²	m	15	1331,86	19977,90
23	Cabo VAV 3x70+50mm ²	m	90	772,80	69552,00
24	Terminais de cobre de 70mm ²	Un	16	17,83	285,28
25	Quadro Geral de Baixa Tensão de 135	Un	1	114967,53	114967,53
26	Maciço para Transformador	Un	1	132420,09	132420,09
				Soma - A	1203822,89
Rede de MT					

Rede de MT					
27	Poste de Madeira 12.25m	Un	17	6800,00	115600,00
28	Drop outs	Un	3	1682,36	5047,08
29	Perfil U de 100x50x8mm	Un	12	3117,84	37414,08
30	Perfil L de 80x80x8mm	Un	20	3682,55	73651,00
31	ACSR Mink 73,65mm ²	m	3800	50,47	191786,00
32	Pinças de Amarração MT	Un	36	365,50	13158,00
33	Isoladores de porcelana Poliméricos	Un	36	606,26	21825,36
34	Isoladores STV 35 de passagem	Un	60	551,54	33092,40
35	Bola Gancho	Un	12	423,20	5078,40
36	Rótula Olhais	Un	12	69,00	828,00
37	Ligadores pares de Alumínio	Un	60	34,16	2049,60
38	Gancho roscado M16	Un	20	760,01	15200,20
39	Gancho roscado M20	Un	60	297,50	17850,00
40	Espia Completa MT	Un	10	1140,08	11400,80
				Soma - B	543980,92
Rede de BT					
41	Cabo torçado ABC 3x50x55+ 25mm ²	m	2000	231,72	463440,00
42	Poste de Madeira 8m	Un	60	2911,40	174684,00
43	Pinças de Amarração BT	Un	12	365,50	4386,00
44	Pinças de Suspensão	Un	65	173,80	11297,00
45	Ganchos roscados M16	Un	65	760,01	49400,65
46	Ligadores PC2	Un	280	46,01	12882,80
47	Espia Completa BT	Un	12	1140,08	13680,96
48	Candeiros IP GS 2x24W	Un	40	2700,00	108000,00
49	Cabo PBT 1x2.5mm	m	80	25,11	2008,80
50	Cabo 2x10mm	m	3000	26,36	79080,00
51				Soma - C	918860,21
52		QTD	H	Pag/hora	P.Total
53	Técnico Médio	1	16	420	6720,00
54	Técnico Básico	2	22	280	12320,00
55	Tarifeiros	8	60	30	14400,00
56	Transporte	1	6	2500	15000,00
				Soma - D	48440,00
Total : A + B + C + D =					2715104,02

Inquérito aos moradores do bairro de Naherengue para aferir a qualidade e vulnerabilidade de Energia Eléctrica

Inquérito aos moradores do Bairro de Naherengue para aferir a qualidade e vulnerabilidade de Energia Eléctrica

1. Quantas vezes ao mês há corte de Energia Eléctrica no Bairro.
 - a) 1 ();
 - b) 2 ();
 - c) 3 (X);
 - d) Mais de 3 ().
2. Quais são às condições de protecção na sua residência.
 - a) Óptimas ();
 - b) Boas (X);
 - c) Regulares ();
 - d) Más ();
 - e) Péssimas ().
3. Quantos electrodomésticos tinha em sua casa a 3anos atrás
 - a) Nenhum ();
 - b) 1 ();
 - c) 2 (X);
 - d) 3 ();
 - e) Mais de 3 ().
4. Quantos Electrodomésticos tem actualmente em 2022
 - a) Nenhum ();
 - b) 1 ();
 - c) 2 ();
 - d) 3 (X);
 - e) 4 ();
 - f) Mais de 4 ().
5. Qual e o factor que influencia a queda de Tensão no Bairro
 - a) Aparecimento de novas Residências ();
 - b) Aumento de estabelecimento comerciais (X);
 - c) Aumento de estabelecimento habitacionais (Hotel, Pensão e Casa de Aluguel) ();
 - d) Falta Manutenção da rede de distribuição de Energia Eléctrica ();

1.2

- e) Factor desconhecido ().
6. No seu entender o que deveria se fazer para aumentar a qualidade de Energia Eléctrica
- a) Aumento de PT ao longo do Bairro ();
 - b) Vistoria e manutenção periódicas ();
 - c) Consciencialização no uso racional da Energia Eléctrica por parte de que ainda não conhece as boas práticas de uso de Energia Eléctrica (X).
7. Como estão dispostas às estruturas e Infraestruturas eléctricas da EDM (Postes de Iluminação públicas, Poste de Distribuição, PT entre mais outros elementos)
- a) Em boas condições de estruturação (X);
 - b) Em más condições de estruturação ();
 - c) Em óptimas condições de disposição e distribuição ().
8. Qual seria o meio que a entidade concessionária Electricidade de Moçambique deveria usar para melhor controlo de fragilidade no fornecimento da Energia Eléctrica e vulnerabilidades na rede distribuição.
- a) Equipa operativa em cada ponto (X);
 - b) Detentor de oscilação com sinalizador directo na central operativa ().

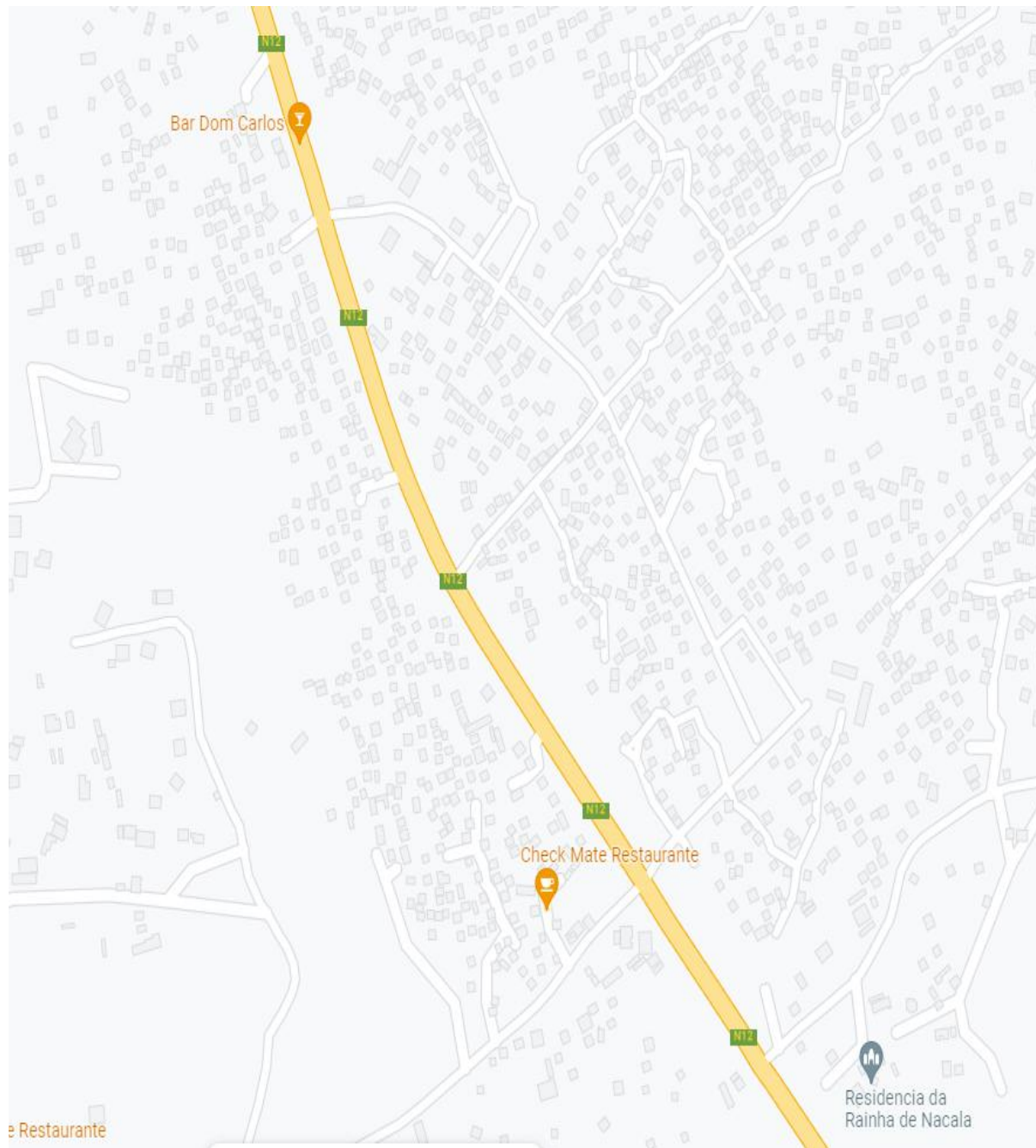
Fonte:[Autor, 2022]

Figura 27: Vista aérea do Bairro de Naherengue



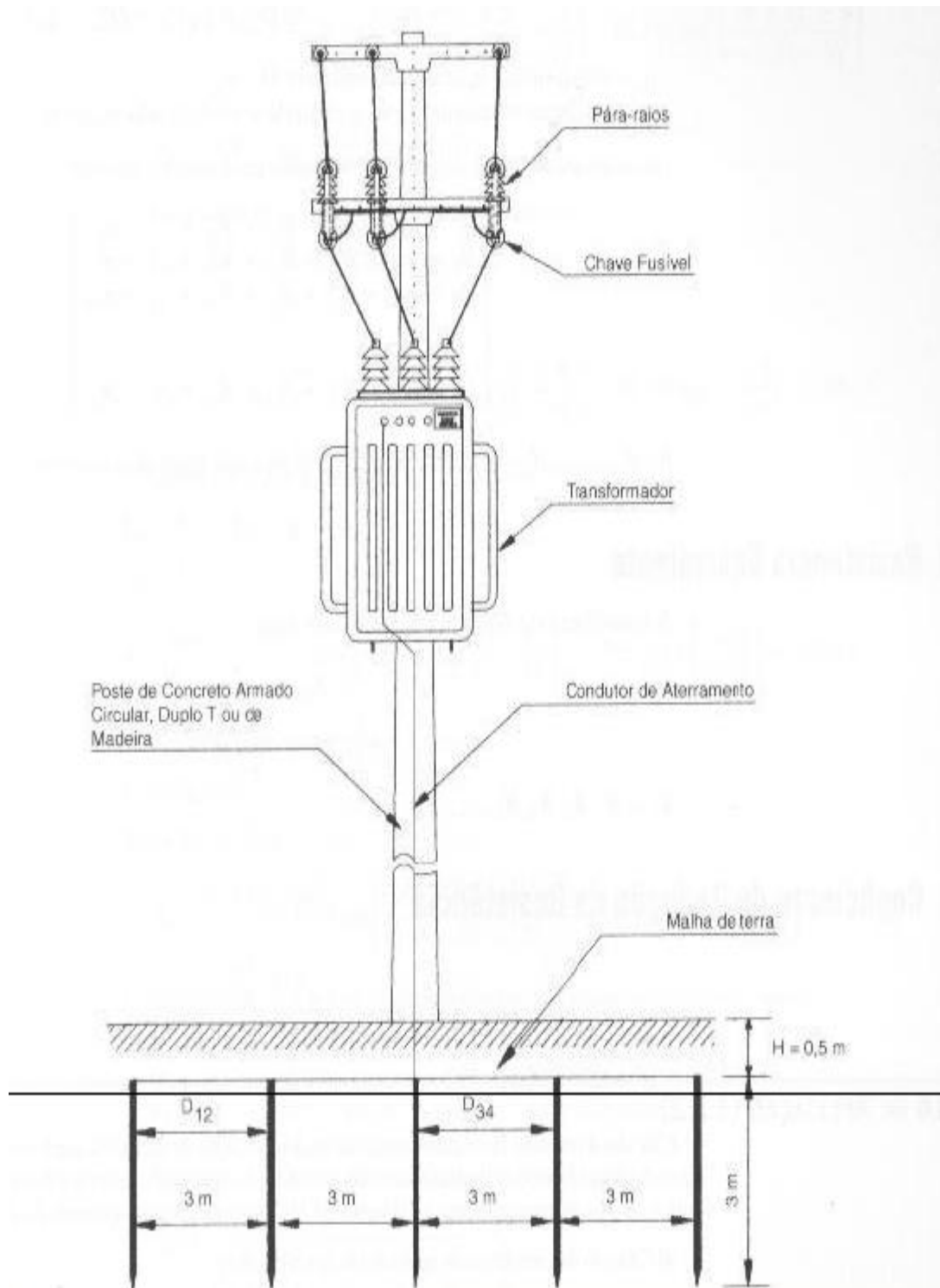
Fonte: [Google Earth, 2022]

Figura 28: Localização geográfica do Bairro terreno em camada



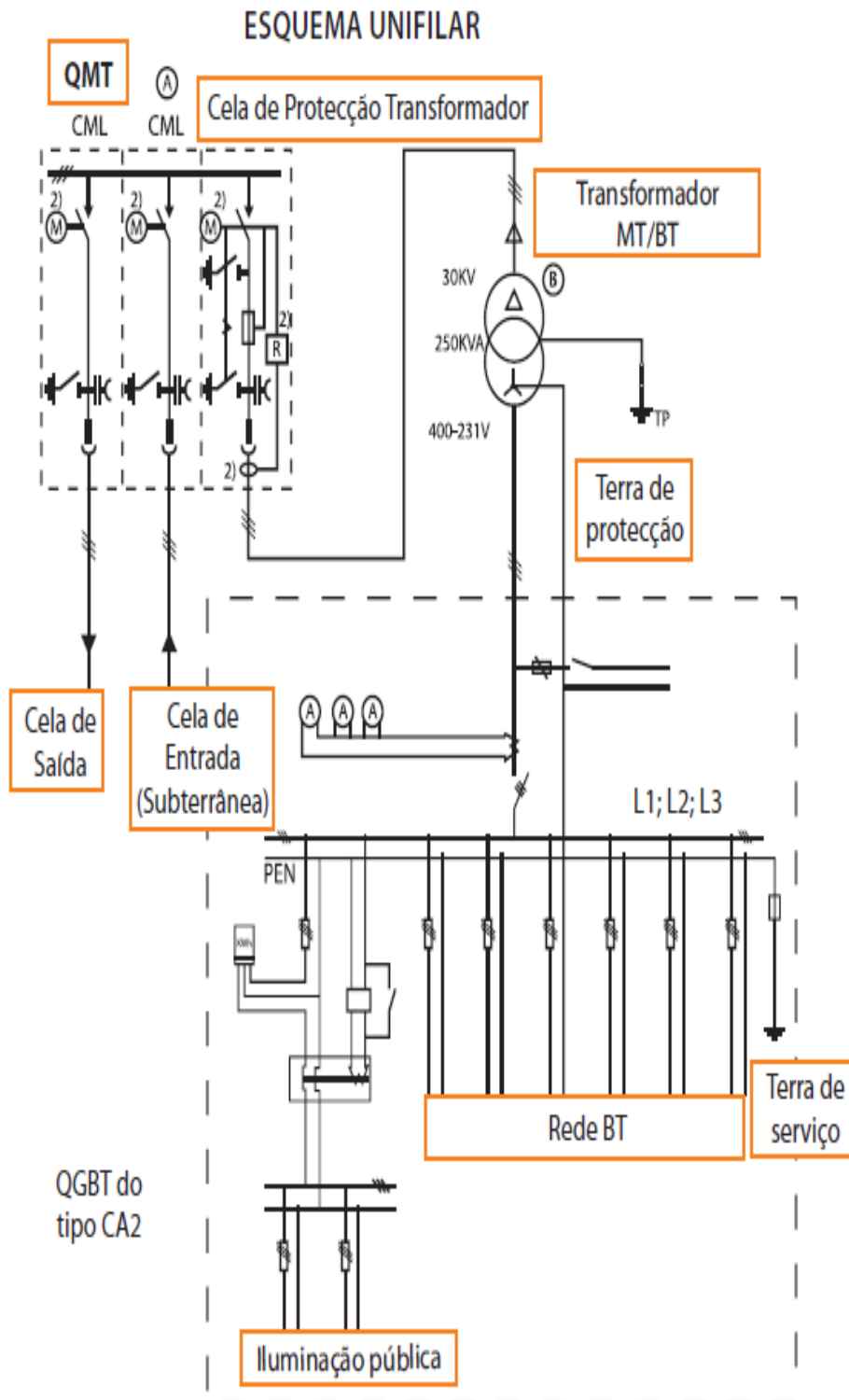
Fonte: [Google Earth, 2022]

Figura 29: Eléctrodo de terra ligado à Posto de Transformação aéreo



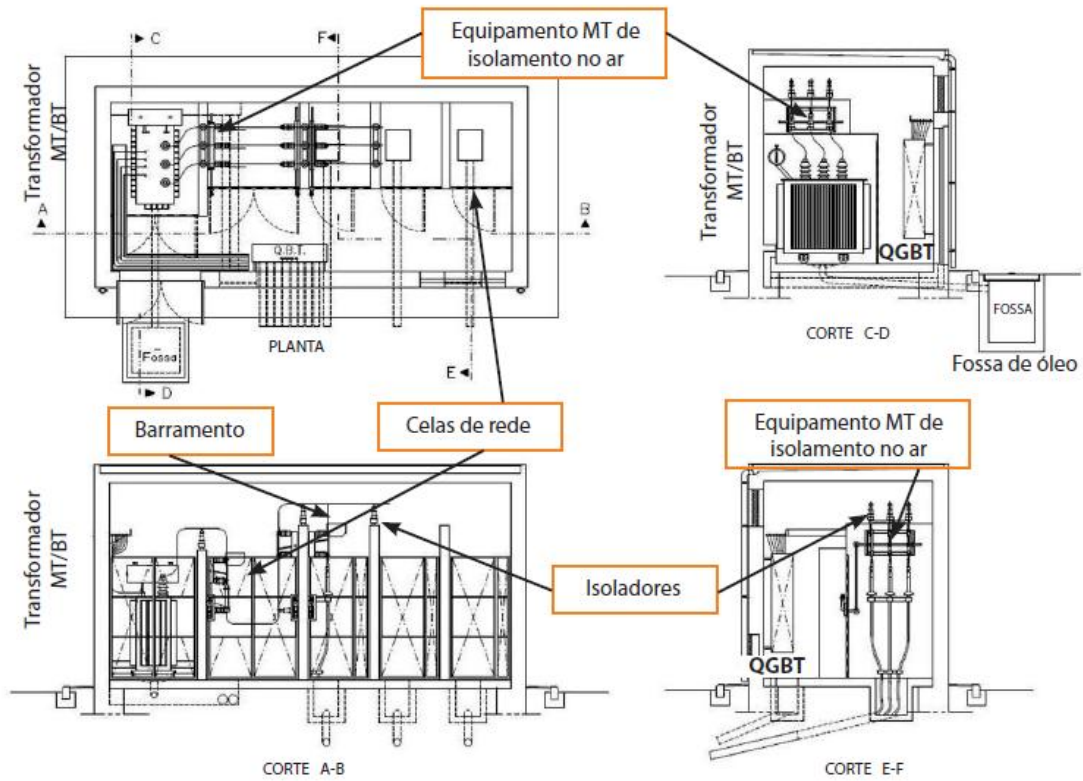
Fonte: [Carvalho, J. A. 2018]

Figura 30: Esquema unifilar de um PTS de cabina baixa com QMT



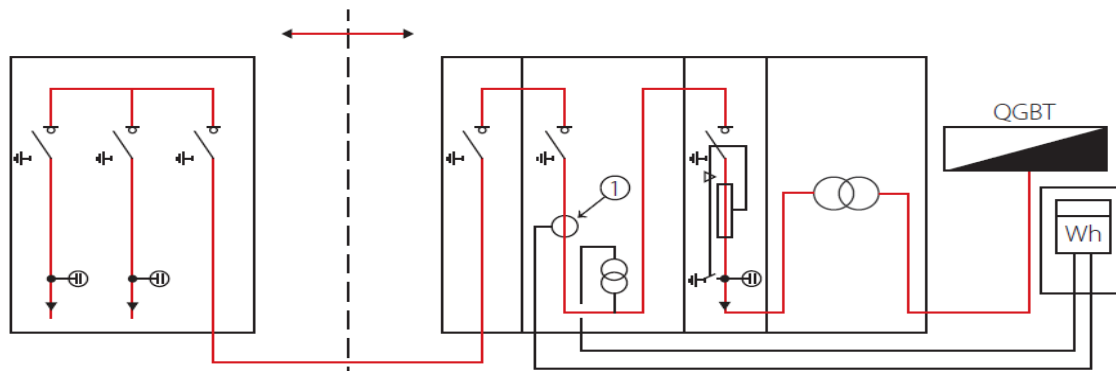
Fonte: [Manuel Bolotinha, 2018]

Figura 31: Planta e Cortes de um PTS de Cabina Baixa do tipo CBL



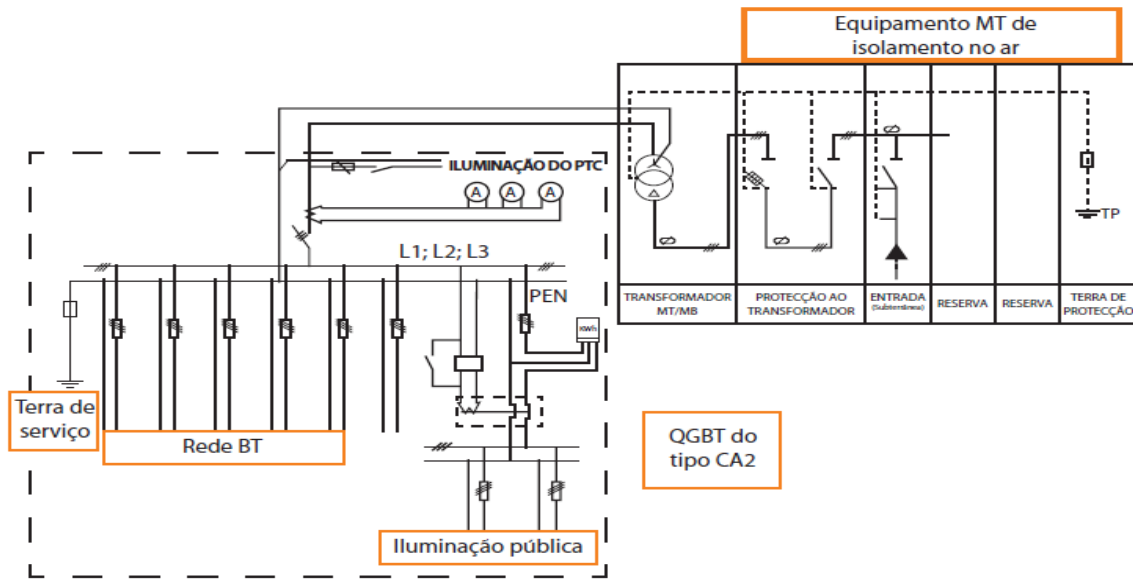
Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

Figura 32: Transformador de corrente numa cela de contagem posto de transformação



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

Figura 33: Esquema Unifilar de um PTS de cabina baixa do tipo CBL



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

Figura 34: Montagem de DST directamente na Cuba do PTCA



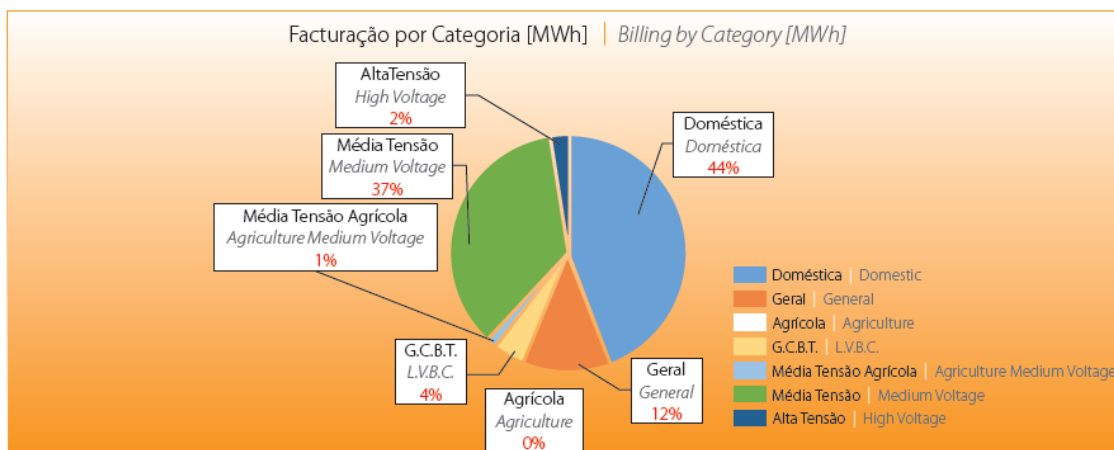
Fonte: [Preza de Araújo, 2009]

Figura 35: Posto de Transformação aéreo do tipo AS



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

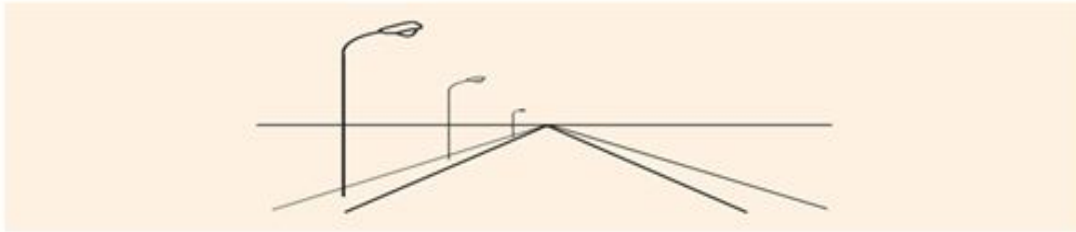
Figura 36: Facturação por Categoria



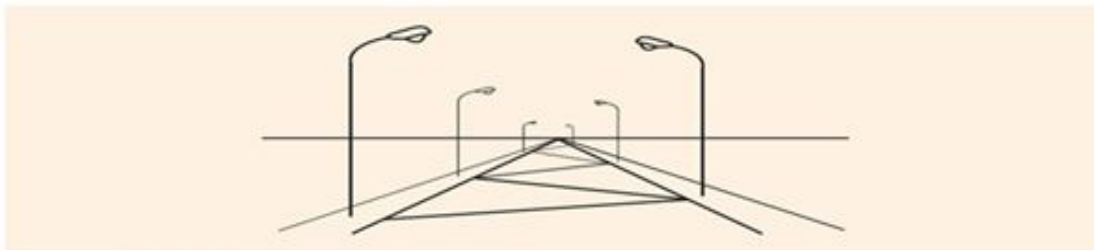
Fonte: [EDM, 2019]

Figura 37: Principais tipos de Distribuição de Iluminação

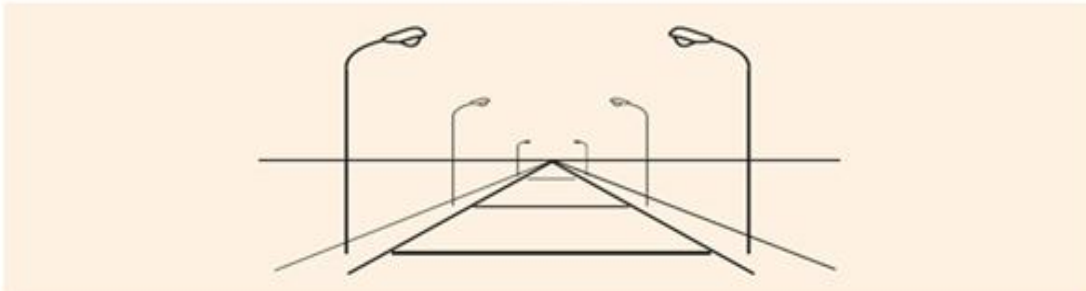
Distribuição unilateral



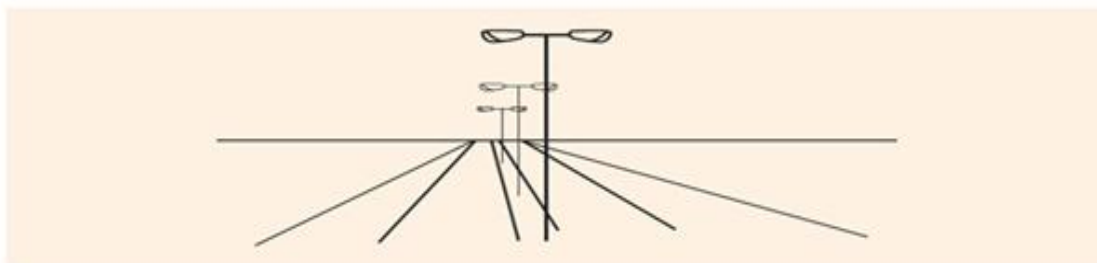
Distribuição quinquôncio



Distribuição bilateral oposição



Distribuição axial



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

Figura 38: Artigos usados para cálculo de Taxa de Energia em Média Tensão

ARTIGO 72

(Cálculo da taxa de estabelecimento)

As taxas de estabelecimento são calculadas como se segue:

Tipo de instalação	Fórmula
Máquinas geradoras	$T = 8.C \sqrt[3]{P^2}$
Postos de transformação e subestações	$T = 2.C \sqrt[3]{P^2}$
Linhas de alta tensão	$T = 2.C.L \sqrt[3]{V}$
Linhas de tracção	$T = 2.CL$

Sendo:

- T- Taxa a pagar em meticais;
- P- Potência a instalar em KVA com um mínimo de 10 KVA;
- V- Tensão a chegada em KV;
- L- Comprimento em linhas simples em quilómetros;
- C- Um coeficiente cujo valor é 30.

ARTIGO 73

(Cálculo da taxa de exploração)

As taxas de exploração a pagar pelos concessionários, exploradores, proprietários ou simples beneficiários de instalações eléctricas são calculadas como se segue:

Categoria	Fórmula
Instalações 1. ^a , 2. ^a e 3. ^a	$T = 4.C \sqrt[3]{P^2}$
Instalações 4. ^a , 5. ^a , 6. ^a e 7. ^a	$T = 4.C \sqrt{P^2 + C.L}$
Instalações 8. ^a , 9. ^a e 10. ^a	$T = C \sqrt{P}$

Sendo:

- T- Taxa a pagar em meticais;
- P- Potência a instalar em KVA com um mínimo de 10 KVA;
- L- Comprimento de linha simples em quilómetros;
- C- Um coeficiente cujo valor é 30.

ARTIGO 74

(Cálculo da taxa de exploração em mais uma instalação)

1. Considera-se como uma só instalação para o efeito do calculo da respectiva taxa de exploração:

ARTIGO 75

(Cálculo da taxa de exploração para cada instalação)

1. A cada instalação eléctrica corresponde uma taxa de exploração, nos termos do artigo 73, calculada para uma potência igual à soma das potências seguintes:

- a) Potências de todas as máquinas eléctricas geradoras, accionadas por motores que não sejam eléctricos (hidráulicos, térmicos, eólicos ou outros);
- b) Potência dos dispositivos colocados à entrada da instalação, se ela for alimentada por fontes estranhas de energia.

2. Os dispositivos a que se refere a alínea b) são os que a seguir se indicam, devendo sempre considerar-se quando existam simultaneamente, os que primeiros se mencionam:

- I- Transformadores electromagnéticos;
- II- Grupos motor-gerador, conversores e rectificadores;
- III- Contadores;
- IV- Interruptores automáticos devidamente selados.

3. Caso não exista na entrada de uma instalação que receba energia estranha qualquer dos dispositivos a que se refere o parágrafo anterior, a potência da instalação será avaliada em função da potência dos receptores instalados e do diagrama da carga provável, admitindo-se para as lâmpadas de incandescência os consumos específicos seguintes:

- I- Lâmpadas de filamento de carvão 3 watts por vela;
- II- Lâmpadas de filamento metálico 1,25 watts por vela;
- III- Lâmpadas intensivas 0,6 watt por vela.

ARTIGO 76

(Instalações eléctricas de diferentes classes)

Se no mesmo local, para o mesmo fim ou fins diferentes, coexistirem duas ou mais instalações eléctricas de diferente classe, exploradas pela mesma entidade, aplica-se a cada uma delas a respectiva taxa de exploração.

ARTIGO 77

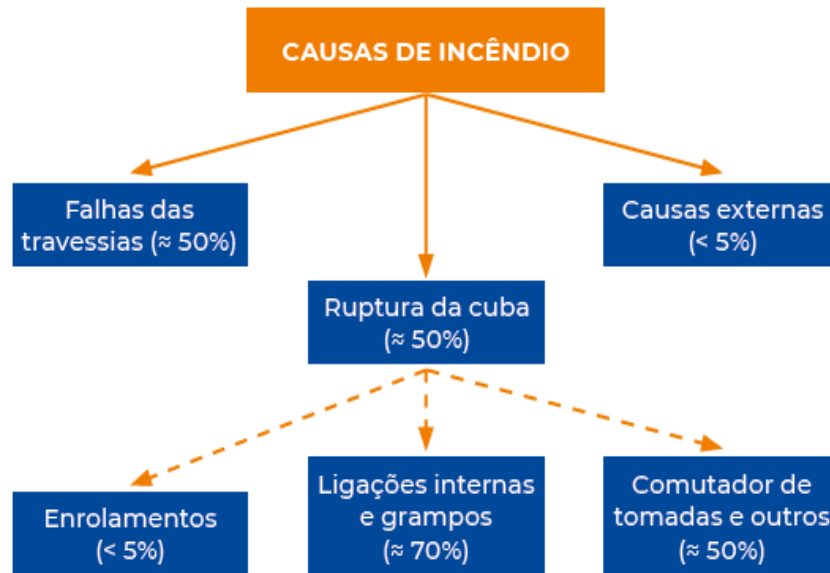
(Pagamento da taxa de exploração)

1. A taxa de exploração é devida enquanto a instalação, com energia própria, estiver montada, independentemente do seu funcionamento.

2. As instalações alimentadas por qualquer outra fonte, estão

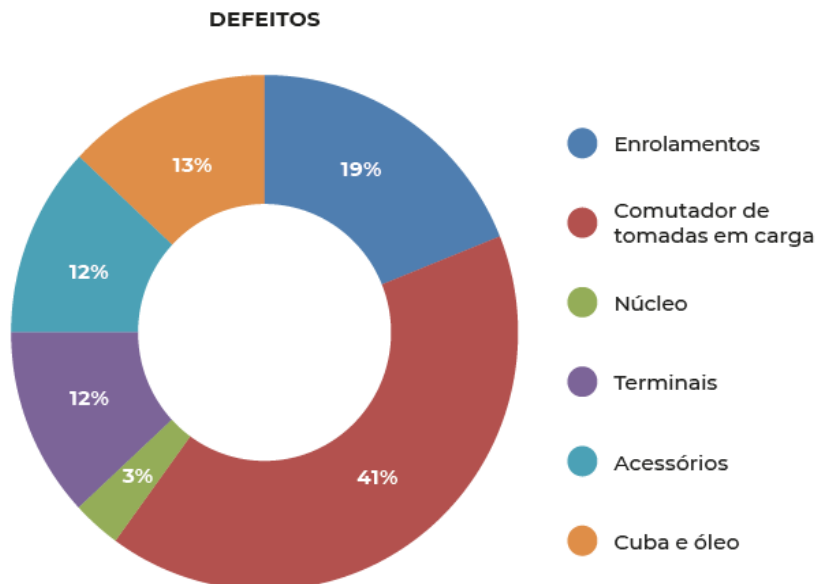
Fonte: [Boletim da República, 2020]

Figura 39: Causas de incêndio dos transformadores



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]

Figura 40: Distribuição estatística de defeitos em transformadores com isolamento a óleo



Fonte: [Manuel Bolotinha, 2019]