

UNIVERSIDADE POLITECNICA – A POLITÉCNICA

Instituto Superior de Humanidades, Ciências e Tecnologias

Engenharia Eléctrica

**Dimensionamento de um Posto de Transformação para
Fornecimento de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, ao
Condomínio de Edifícios Residenciais. Estudo de Caso: Projecto
2023 – 2025 Mocuba, Quinta Cajual (Bairro 20)**

Juvenal Pinto de Magalhães

Quelimane
2023

Juvenal Pinto de Magalhães

**Dimensionamento de um Posto de Transformação para
Fornecimento de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, ao
Condomínio de Edifícios Residenciais. Estudo de Caso: Projecto
2023 – 2025 Mocuba, Quinta Cajual (Bairro 20)**

Monografia apresentada à Universidade Politécnica,
Instituto Superior de Humanidades Ciências e
Tecnologias como requisito parcial para a obtenção do
Grau de Licenciatura em Engenharia Eléctrica.

Tutor: Lic. Jechua José Mavoto

Quelimane

2023

Parecer do Tutor

O presente trabalho de monografia do estudante Juvenal Pinto de Magalhães com o tema Dimensionamento de um Posto de Transformação para Fornecimento de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, ao Condomínio de Edifícios Residenciais. Estudo de Caso: 2023 – 2025 Mocuba, Quinta Cajual (Bairro 20), levanta aspectos técnicos relevantes para a sociedade e para a concessionária que se dedica ao fornecimento de energia eléctrica. O presente trabalho de final de curso reúne os requisitos e condições básicas para sua aprovação. Sou a favor que este trabalho seja submetido a consideração da Universidade A Politécnica, para obtenção do grau académico de Licenciatura em Engenharia Eléctrica.

Jechua José Mavoto

A minha mãe Olga Maria de Sousa Pinto, ao meu tio
Ângelo Manuel de Sousa Pinto, ao meu filho Adrian
Miller de Magalhães. As minhas irmãs.

Agradecimentos

Pessoas felizes não tem tudo que sonham, mas sabem agradecer por tudo que recebem', quero de forma especial endereçar o meu agradecimento a Deus que tem me concebido saúde, sabedoria e força que tem proporcionado dia após dia para combater diversos obstáculos que a vida coloca.

Ao Eng^o. Jechua José Mavoto por ter aceitado ser o meu tutor nesta monografia e pela disponibilidade e paciência que sempre teve.

A família em especial a minha mãe e irmãs, pela força e encorajamento durante o percurso da formação que sempre acreditaram em mim, souberam que sou capaz mostrando que nunca posso deixar de realizar algo que quero não importa o nível de dificuldade se o resultado nos agrada, sempre tenho que estar firme e seguir em frente em busca dos meus objetivos.

Ao meu tio Ângelo Manuel de Sousa Pinto, pelo apoio moral e financeiro nesta longa e determinada caminhada.

A todos docentes do ISHCT que contribuíram para minha formação em especial ao curso de Engenharia Eléctrica que de maneira sabia puderam fazer chegar com maior sensibilidade os seus conhecimentos científicos que foram bastante importantes para a realização desta monografia.

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes”. Cora Coralina

Resumo

O presente trabalho é relativo a um projecto para dimensionamento de um posto de transformação com o principal objectivo de fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba na Quinta Cajual. Como problema de pesquisa temos o seguinte: Qual será o impacto do dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em baixa tensão de 2023 – 2025, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba, quinta Cajual no bairro 20? Para responder ao problema levantamos as hipóteses seguintes: H 1: A viabilidade da instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o correcto dimensionamento ira contribuir para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba. H 0: A não instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o seu correcto dimensionamento não ira contribuir para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba. Como objectivo geral, temos o seguinte: Dimensionar um posto de transformação para fornecimento de energia eléctrica ao condomínio de habitações a partir da rede de distribuição de energia nacional atendendo as necessidades dos moradores bem como a qualidade de fornecimento de energia eléctrica e levantamos como objectivos específicos os seguintes: Identificar os condutores que irão fazer chegar a energia eléctrica aos consumidores, junto os dispositivos de protecção, calcular as potências prováveis seja das habitações e iluminação pública para encontrar um transformador que atenda a demanda, elucidar estudos de redução de custos com a implementação da eficiência energética usando tecnologias modernas de iluminação LED. Trata-se de uma pesquisa aplicada e que tem uma abordagem quantitativa. O universo é constituído por 25 indivíduos e a amostra é de cinco (5) técnicos da EDM. Os resultados da pesquisa permitiram-nos concluir que o dimensionamento no posto de transformação influenciará nas condições de funcionamento estabilidade de uma rede eléctrica, nomeadamente as características e tipos de equipamentos a usar para garantir a segurança e qualidade.

Palavras-chave: Dimensionamento, Posto de transformação, Baixa Tensão, Energia Eléctrica, Iluminação Pública, LED.

Abstract

The present work relates to a project for the design of a transformation station with the main objective of supplying low voltage electrical energy to the condominium of residential buildings in Mocuba in Quinta Cajual. As a research problem we have the following: What will be the impact of the design of a transformation station to supply low voltage energy from 2023 – 2025, to the condominium of residential buildings in Mocuba, Quinta Cajual in neighborhood 20? To respond to the problem, we raise the following hypotheses: H 1: The feasibility of installing a transformation station for the national electrical grid and the correct dimensioning will contribute to reliability and continuity in the supply of electrical energy to neighborhood 20, Quinta Cajual in Mocuba. H 0: Failure to install a transformation station for the national electricity grid and its correct dimensioning will not contribute to reliability and continuity in the supply of electricity to neighborhood 20, Quinta Cajual in Mocuba. As a general objective, we have the following: Design a transformation station to supply electrical energy to the housing condominium from the national energy distribution network, meeting the needs of residents as well as the quality of electrical energy supply. the following: Identify the conductors that will deliver electrical energy to consumers, along with the protection devices, calculate the likely powers of homes and public lighting to find a transformer that meets the demand, elucidate cost reduction studies with implementation of energy efficiency using modern LED lighting technologies. This is applied research and has a quantitative approach. The universe consists of 25 individuals and the sample is five (5) EDM technicians. The research results allowed us to conclude that the dimensioning of the transformation station will influence the operating conditions and stability of an electrical network, namely the characteristics and types of equipment to be used to guarantee safety and quality.

Keywords: Dimensioning, transformation station, Low Voltage, Electricity, Street lighting; LED.

Lista de Figuras

Figura 1: Armação em esteira horizontal, vertical e armação em triângulo	27
Figura 2: Torçada sem neutro tensor	27
Figura 3: Torçada com neutro tensor	27
Figura 4: Esquema eléctrico simplificado	28
Figura 5: Estrutura de Transformador	31
Figura 6: Circuito equivalente de uma linha de transmissão curta	43

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tensões nominais dos Pára-raios	29
Tabela 2: Características do Drop-out (Base).....	29
Tabela 3: Calibre de links para drop-outs.....	30
Tabela 4: Secções dos cabos a usar entre transformador e o quadro de baixa tensão	32
Tabela 5: Característica dos disjuntores usados na BT	33
Tabela 6: Vãos máximos	36
Tabela 7: Vãos óptimos	36
Tabela 8: Cálculo das potências aparentes instaladas para o condomínio	42
Tabela 9: Distancia entre condutores.....	44
Tabela 10: Viabilidade de implementação de redes de distribuição subterrânea	57
Tabela 11: Estudo de levantamento de cargas para atribuição de transformador.....	57
Tabela 12:Qual crie Critério para determinação dos componentes do posto de transformação	57
Tabela 13: Qual será o impacto do dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em BT de 2023 – 2025, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba, quinta Cajual no bairro 20?	57
Tabela 14: A viabilidade da instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o correcto dimensionamento contribuirá para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba.....	58

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Curva de Demanda de um Consumidor	38
Gráfico 2: Curva de Demanda de Primeiro Consumidor	39
Gráfico 3:: Curva de Demanda do segundo consumidor	40
Gráfico 4: Curva de Demanda do terceiro consumidor.....	40

Lista de Apêndices

Apendice A: Questionário	66
--------------------------------	----

Lista de Anexos

Anexo A: Apoio (Poste)	69
Anexo B: Isoladores rígidos e seus componentes	70
Anexo C: Composição de Cabos ACRS	71
Anexo D: Estrutura do posto de transformação assente em Base de Alvenaria (TIPO M2)....	72
Anexo E: Amarração da Linha de Média Tensão.....	73
Anexo F: Base de Alvenaria, Armário da baixa tensão e Vedação.....	74
Anexo G: Armações desniveladas e Armações complanares.....	75
Anexo H: Isolador e Pinça de amarração, Pinça de suspensão e Ligador.....	76
Anexo I: Pormenor de Espiamento	77
Anexo J: Factores de Simultaneidade e Factor de Utilização	78
Anexo K: Intensidade admissível em cabos de tensão.....	79
Anexo L: Factores de correcção para cabos instalados ao ar e factores de correcção para temperaturas	80
Anexo M: Tabela das Características dos corta-circuitos fusíveis	81
Anexo N Tabelas das Características dos disjuntores	82
Anexo O: Características mecânicas dos condutores ACSR.....	83
Anexo P: Credencial EDM Mocuba.....	84
Anexo Q: Credencial Conselho Municipal da Cidade de Mocuba	85
Anexo R: Mapa Topográfico das Parcelas da Quinta Cajual	86

Lista de siglas

ISHCT - Instituto Superior De Humanidades Ciência E Tecnologias

EDM - Electricidade de Moçambique E.P

PT – Posto de Transformação

MT – Media Tensão

BT – Baixa Tensão

IP – Iluminação Pública

CA – Corrente Alternada

APC – Alto Poder de Corte

Lista de abreviaturas

kV - kilo-volt

kVA – Kilovolt-ampere

m – Metros

mm^2 - Milímetros Quadrados

mm – Milímetros

kA – kiloamperes

A – Ampere

I_{sn} – Corrente Secundária Nominal

S_N – Potência Aparente Nominal

U_{sn} – Tensão Secundária Nominal

Cm – Centímetro

h – Altura

Al – Alumínio

kWh – Kilowatt-hora-hora

kW – Kilowatt

D – Demanda

E_{Total} – Energia Total

$D_{Media\ 15-minutos}$ – Demanda media em cada 15 minutos

ku - Factor de Utilização

Z_{α} - Impedância da linha BT

Z_L - Impedância da linha MT

U_{2n} - Baixa tensão

R_{θ} - Resistência eléctrica a temperatura;

$R_{20^{\circ}C}$ - Resistência quilométrica a 20°C, em Ω/km ;

$\alpha_{20^{\circ}C}$ – Coeficiente de variação de temperatura 20°C;

A – Secção Transversal do condutor;

ρ – Resistividade do condutor;

l – Comprimento da linha.

VA/m² - Volt-ampere por Metro Quadrado

$\cos \varphi$ – Co-seno do factor de potência

P_{ip} - Potência de iluminação pública

$P_{lâmpada}$ – Potência da Lâmpada

n – Número de Lâmpadas / Habitações

T_x – Taxa de crescimento

I_{max} Corrente da capacidade máxima

β - Factor de redução

γ - Factor de correção

U_{20} – Tensão Secundário

X – Reactância;

f - Frequência;

L – Indutância.

R – Resistência do condutor;

X – Reactância do condutor;

φ – Ângulo do factor de potência.

Índice

Capítulo I	19
1 Introdução	19
Capítulo II	23
2 Revisão da Literatura	23
2.1 Marco Conceitual.....	23
2.2 Desenvolvimento Circunstancial	24
2.2.1 Posto de Transformação (PT)	24
2.2.2 Redes de Distribuição.....	25
2.2.3 Estrutura do Posto de Transformação Assente em Base de Alvenaria (Tipo M2).....	27
2.2.4 Característica de Montagem do Posto de Transformação	34
2.2.5 Linha de Média Tensão (MT).....	35
2.2.6 Limites da Queda de Tensão.....	37
2.2.7 Dimensionamento do Transformador no Estudo de Caso Quinta Cajual.....	37
2.2.8 Dimensionamento das Linha do Posto de Transformação	42
2.2.9 Cálculo Mecânico	48
2.2.10 Iluminação pública e eficiência energética.....	49
2.3 Marco teórico	52
2.4 Marco referencial	52
Capítulo III.....	53
3 Metodologia	53
3.1 Tipo de Pesquisa	53
3.1.1 Quanto a Abordagem.....	53
3.1.2 Quanto à natureza	54
3.1.3 Quanto aos objectivos.....	54
3.1.4 Quanto ao procedimento de recolha de dados.....	55
3.2 Universo ou População	55
3.3 Amostra.....	55

3.4	Procedimentos.....	56
3.5	Instrumentos de recolha de dados	56
3.5.1	Questionário	56
	Capítulo IV	57
4	Resultados	57
	Capítulo V	60
5	Discussão	60
	Capítulo VI.....	62
6	Conclusão.....	62
	Referências Bibliográficas	63
	Apêndice.....	65
	Anexos.....	68

Capítulo I

1 Introdução

Actualmente nas cidades, onde o espaço para novas residências é cada vez menor, observa-se o aumento considerável de construções de edifícios em relação a casas. Com isso, torna-se cada vez mais comum a presença de condomínios de edifícios residenciais nas áreas urbanas além das unifamiliares. Ao mesmo tempo, pela presença de diversos consumidores em um mesmo local, tem-se um maior consumo de energia eléctrica, o que exige uma análise mais pontual do fornecimento de energia. Porém, para escolher correctamente o tipo de fornecimento que melhor se encaixaria nas preferências e no orçamento do empreendedor, é necessária uma análise aprofundada. Redes Aéreas e Subterrâneas são opções de fornecimento e apresentam vantagens e desvantagens ao serem implementadas nos empreendimentos.

Como certamente sabe, a Electricidade de Moçambique EP (EDM) é a empresa moçambicana com a nobre e desafiante missão de levar energia eléctrica para todos os pontos do nosso Moçambique. Trata-se, efectivamente, de uma gratificante missão esta de instituição pilar para o desenvolvimento do nosso país.

O presente trabalho de pesquisa tem como tema seguinte: dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão, ao condomínio de edifícios residenciais. estudo de caso: 2023 – 2025 Mocuba, quinta Cajual (Bairro 20).

O acesso a energia eléctrica passa por vários processos até o consumidor final, desde a geração, transmissão e distribuição. Sendo indispensável para o desenvolvimento de actividades humanas e melhoria da qualidade de vida na sociedade.

O sistema de distribuição é bem mais extenso e ramificado que o de transmissão, o seu grande papel é a entrega de energia ao consumidor final, seja ele industrial ou residencial. Nela comportam se duas distintas áreas, a rede primária e secundária, a primária transporta a média tensão para atender a grandes consumidores como indústrias e empresas, a secundária recebe a primária e passa pelo processo transformação que depois transporta a baixa tensão para os pequenos consumidores como residências, comércio e iluminação pública.

No dia-a-dia verifica-se, com bastante facilidade, a constante necessidade de energia eléctrica nos vários aspectos, desde a necessidade mais básica da luz, passando pelos vários dispositivos electrónicos que temos a disposição. Para tudo isto, a rede de distribuição de

energia eléctrica constitui o elemento fundamental por forma de haver a disposição de energia eléctrica a diversas necessidades.

O presente trabalho refere-se ao estabelecimento do Posto de Transformação e das infra-estruturas eléctricas no âmbito do projecto em estudo que será provavelmente usado para construção de aproximadamente 136 residências unipessoais em Mocuba, quinta Cajual, com local já definidos, devendo ser objectos de estudo.

Em Mocuba, na quinta Cajual bairro 20, verifica-se a ausência de energia eléctrica o que condiciona a iluminação no período nocturno e utilização de equipamentos que necessitam de corrente eléctrica para seu funcionamento. Dados estes levantados nalguns moradores a redores do local da implantação do projecto.

O estudo de caso em alusão deve-se ao facto de ser uma nova zona de expansão com a necessidade de fornecimento de energia eléctrica.

Contendo um posto de transformação com potência do transformador baixa e relativamente distante do local onde se ira implantar as residências. Contudo não ira suprir com o fornecimento adequado de energia isso devido ao número de residências projectadas. E também feito um levantamento com moradores do bairro, constou-se que a corrente eléctrica chega muito fraca, razão pela qual faz-se a seguinte questão:

Qual será o impacto do dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em baixa tensão de 2023 – 2025, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba, quinta Cajual no bairro 20?

Podemos considerar a hipótese como um enunciado geral de relações entre variáveis (factos, fenómenos).

H 1: A viabilidade da instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o correcto dimensionamento ira contribuir para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba.

H 0: A não instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o seu correcto dimensionamento não ira contribuir para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba.

Como objectivo geral, temos o seguinte: Dimensionar um posto de transformação para fornecimento de energia eléctrica ao condomínio de habitações a partir da rede de distribuição de energia nacional atendendo as necessidades dos moradores bem como a qualidade de fornecimento de energia eléctrica.

Levantamos como objectivos específicos os seguintes: Identificar os condutores que irão fazer chegar a energia eléctrica aos consumidores, junto os dispositivos de protecção, calcular as potências prováveis seja das habitações e iluminação pública para encontrar um transformador que atenda a demanda, elucidar estudos de redução de custos com a implementação da eficiência energética usando tecnologias modernas de iluminação LED.

O tema supracitado tem uma grande relevância no que diz respeito ao nível e qualidade de fornecimento de energia eléctrica atendendo várias causas. Com isso a EDM, tem vindo a levar a cabo melhoria no sistema de distribuição para atender a demanda dos clientes, fornecendo assim energia de qualidade.

A importância da escolha do tema, deve-se ao facto do mesmo ser de actual impacto e sua grande relevância para sobrevivência e desenvolvimento da sociedade, tornando-se, portanto, a predominância delas nos diversos pontos do país.

A distribuição de energia eléctrica tem um papel fundamental no bem-estar da população e funcionamento da sociedade actual, pelo que se deve abordá-la seriamente, dando-lhe ênfase tanto a nível técnico, como prático e profissional.

Todavia com o correcto dimensionamento das potências leva-nos a um estudo fiável para implantação e escolha da potência do transformador que se adequa a instalação, bem como a garantia e continuidade no fornecimento de energia eléctrica de qualidade e segura.

A razão da escolha do tema tem a ver com a minha área de formação e urge a necessidade de propor soluções viáveis para expansão da rede eléctrica nacional. Deste modo o presente trabalho fornecerá material sólido e possivelmente a aplicação do mesmo no local em estudo, e poderá servir como base na consulta de futuros trabalhos académicos.

O aumento do número de consumidores e do consumo de energia eléctrica exigem uma contínua expansão e manutenção da rede eléctrica, de modo a garantir um serviço com os níveis de segurança e de qualidade exigidos.

Portanto, este projecto está inserido nos esforços que a empresa EDM encontra-se a realizar visando melhorar a qualidade de energia eléctrica que fornece aos seus clientes e também estender a rede eléctrica de distribuição em novas zonas habitacionais.

O projecto de redes eléctricas é um problema complexo, quer a nível técnico como social, devendo cumprir determinadas normas, leis, regulamentos e portarias impostas pela legislação.

O trabalho apresenta seis capítulos a saber: no primeiro capítulo fazemos a introdução do trabalho, que compreende (o problema, a justificativa, os objectivos, e as hipóteses). O segundo capítulo faz menção à revisão da literatura, envolvendo a definição e discussão de conceitos-chave, abordagem de algumas teorias que se enquadram na pesquisa. O terceiro capítulo, trata de aspectos da metodologia, descrevendo a população alvo e amostra, técnicas e instrumentos de recolha de dados para o alcance dos objectivos do estudo. O quarto capítulo é referente aos resultados. No quinto capítulo temos a discussão e no sexto capítulo apresentamos a conclusão e sugestões do trabalho.

Capítulo II

2 Revisão da Literatura

2.1 Marco Conceitual

O projecto de expansão da rede eléctrica tem como finalidade expandir a rede eléctrica, ou seja, garantir que mais bairros, estabelecimentos e infra-estruturas tenham energia eléctrica. Consiste nas descrições, apresentação de cálculos e desenhos representativos de novas linhas de transmissão e/ou distribuição, postos de transformação, entre outros, com a finalidade de electrificar zonas sem energia eléctrica.

Os sistemas eléctricos de potência são responsáveis pela geração, transmissão, distribuição e uso da energia eléctrica em larga escala. Eles são compostos por equipamentos eléctricos, como geradores, transformadores, linhas de transmissão, subestações, disjuntores e capacitores, que trabalham juntos para garantir que a energia eléctrica seja entregue com segurança e eficiência aos consumidores.

A geração de energia eléctrica é realizada em centrais eléctricas, onde a energia é produzida a partir de fontes como hidroeléctrica, termoeléctrica, nuclear, eólica e solar. A energia eléctrica produzida é transportada por meio de linhas de transmissão em alta tensão para as subestações, onde é transformada em tensão adequada para ser distribuída aos consumidores em baixa tensão.

Os sistemas eléctricos de potência enfrentam desafios como a necessidade de garantir a estabilidade do sistema, a eficiência na transmissão e distribuição de energia eléctrica, a segurança dos trabalhadores e dos consumidores, a protecção contra falhas e interrupções e a adopção de tecnologias sustentáveis para a geração de energia eléctrica. Para enfrentar esses desafios, os sistemas eléctricos de potência utilizam tecnologias avançadas, como sistemas de automação e controle, sistemas de protecção, sistemas de comunicação e redes inteligentes.

Segundo Correia, (2022: 4):

Sistema Eléctrico de Potência é um sistema interligado para distribuir electricidade dos produtores aos consumidores. É constituída por centrais de geração que produzem energia eléctrica, quer de vários tipos e fontes. Linhas de transmissão em alta tensão que transportam electricidade a partir das fontes de geração até aos centros de cargas (subestações) e as redes de distribuição que interligam os consumidores finais.

Segundo Correia, (2022),

“A rede de distribuição de energia eléctrica é todo um sistema eléctrico que permite a transferência de energia eléctrica desde as subestações até aos consumidores. Consiste de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos eléctricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para distribuição da energia eléctrica, operando em baixa, média e alta tensão. Geralmente, as linhas são circuitos radiais e as redes são circuitos malhados ou interligados”.

Segundo RSICEE (Artigo 3: 212):

Rede de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão ou, simplesmente rede de distribuição. – Instalação eléctrica de baixa tensão destinada à transmissão de energia eléctrica a partir de um posto de transformação ou de uma central geradora, constituída por canalizações principais e ramais.

EDM (2018):

“A rede de distribuição de energia eléctrica da Electricidade de Moçambique, EP (EDM) é constituída por várias infra-estruturas eléctricas, nomeadamente, linhas de Média e Baixa Tensão, Postos de Transformação (PTs) entre outras. Em BT é composta por uma vasta gama de componentes, onde cada um deles apresenta objectivos específicos que vai desde a canalização, passando pela aparelhagem de protecção”.

2.2 Desenvolvimento Circunstancial

2.2.1 Posto de Transformação (PT)

Segundo o Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento considera-se PT um conjunto formado por um ou mais transformadores estáticos e aparelhagem de ligação e de manobra, quando a tensão secundária de todos os transformadores instalados for utilizada directamente nos receptores. Os postos de transformação têm a função de reduzir a MT para a BT utilizável pelo consumidor final doméstico, comercial ou pequeno industrial.

Posto de transformação é uma instalação eléctrica responsável por receber a energia eléctrica de média tensão da rede de distribuição e transformá-la em tensão adequada para ser distribuída aos consumidores em baixa tensão. Os postos de transformação podem ser encontrados em locais como ruas, praças e edifícios, e são compostos por equipamentos como transformadores, disjuntores e chaves seccionadores. Eles são essenciais para garantir que a energia eléctrica seja entregue com segurança e eficiência aos consumidores. Além disso, os

postos de transformação também são responsáveis por monitorar e controlar a qualidade da energia eléctrica fornecida aos consumidores.

2.2.2 Redes de Distribuição

EDM (2006) “Rede eléctrica primária que compreende todo o troço do sistema eléctrico a operar com um valor de tensão superior a 1 kilo-volt (ou igual) a 66 kilo-volt dependendo das características e localização dos centros de consumo”.

EDM (2006) “Em cada país existem valores de tensão padronizados para cada nível de tensão. O mesmo acontece em Moçambique, assim sendo, a distribuição em média tensão é feita a 6,6, 11, 33 kV”.

As linhas da rede eléctrica primária podem ser aéreas ou subterrâneas. Normalmente as aéreas são compostas por cabos nus, apoiadas em postes de betão, metálicos ou de madeira, e os condutores estão suspensos ou apoiados por isoladores. Enquanto que as redes subterrâneas são feitas em cabos isolados com protecção contra esforços mecânicos.

A rede eléctrica secundária, compreende todo troço do sistema eléctrico a operar um valor de tensão inferior a 1 kV e é destinada a alimentação das instalações de consumo, com excepção de algumas unidades industriais onde a alimentação é feita em média tensão.

A rede de baixa tensão também pode ser aérea ou subterrânea, onde a aérea é feita em cabo torçado e normalmente compreende cinco condutores, dos quais um é destinado a iluminação pública.

Existem vários elementos que fazem parte da rede de distribuição, dos quais destacam-se os apoios, isoladores, condutores, transformadores e dispositivos de protecção.

2.2.2.1 Elementos da Rede de Distribuição

As linhas de MT são constituídas por apoios, isoladores e cabos, e são responsáveis pelo transporte de energia eléctrica.

As linhas aéreas de MT, instalam-se geralmente com um condutor por fase, em armações para isoladores rígidos ou cadeias de suspensão.

Os apoios são classificados ou nomeados de acordo com a sua capacidade e altura, também podem ser fabricados de diversos materiais, os mais comuns são de madeira, betão e metálicos (anexo A). Os apoios na linha podem ser aplicados para desempenhar diversas funções, sendo estas:

Alinhamento, ângulo, derivação, fim de linha e reforço.

Isoladores, são elementos sólidos dotados de propriedades mecânicas capazes de suportar os esforços produzidos pelos condutores (anexo B). Electricamente, exercem a função de isolar os condutores, submetidos a uma diferença de potencial em relação à terra (estrutura suporte) ou em relação a um outro condutor de fase.

Duas topologias são apresentadas para os isoladores:

a) Isoladores de apoio

São aqueles nos quais se apoiam os condutores, podendo ser fixados de maneira rígida ou não. No caso de barramentos de subestação ou painéis metálicos, os condutores (barras) são fixados rigidamente aos isoladores. Porém, no caso de redes de distribuição, os condutores são fixados aos isoladores através de laços preformados, ou, por outro meio qualquer, de forma a permitir um pequeno deslocamento devido ao trabalho durante o ciclo de carga.

b) Isoladores de suspensão

São aqueles que, quando fixados à estrutura de sustentação, permitem o livre deslocamento em relação à vertical, através da rotação do seu dispositivo de fixação. Estão nessa categoria os isoladores de disco.

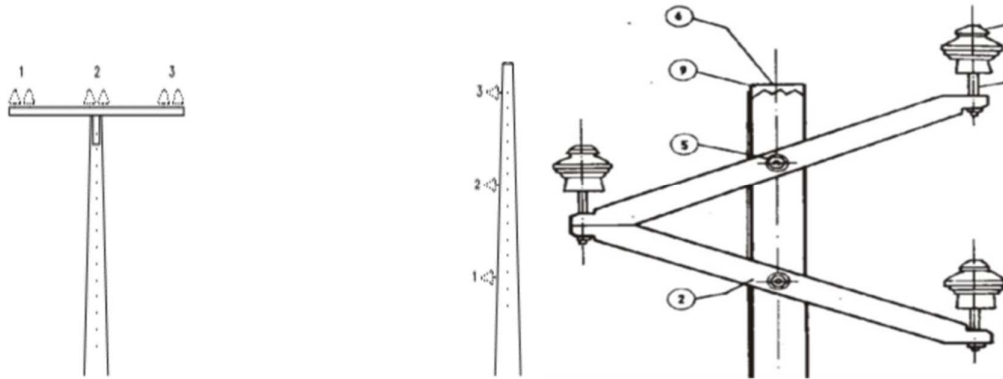
Cabos ou Condutores é o principal e mais importante de uma rede de distribuição, pois são responsáveis de conduzir a energia eléctrica.

Filipe (2009)

“Nas linhas áreas em MT são usados condutores nus multifilares em alumínio-aço (anexo C), pois apresentam maior resistência mecânica em relação ao cobre. Os condutores de alumínio-aço são constituídos por uma alma de em aço galvanizado, de um ou mais fios, envolvida por duas ou três camadas sucessivas de fios de alumínio todos eles enrolados em hélice”.

As armações são os elementos metálicos que se colocam no topo de um apoio e que permitem a fixação dos condutores a este. A seguir estão apresentadas diferentes formas de armações.

Figura 1: Armação em esteira horizontal, vertical e armação em triângulo



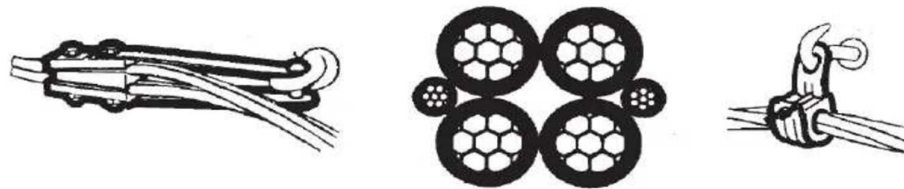
Fonte: EDP, (2007)

Nas linhas aéreas de BT são usados cabos isolados agrupados em feixe (torçada) do tipo LXV ou XS. Há dois sistemas com grande aplicação: sistema sem neutro tensor e sistema com neutro tensor.

a) Sistema sem neutro tensor

Consiste num feixe de condutores de igual secção, tanto para o neutro, como para as fases. O esforço de tracção aplicado sobre o cabo é suportado pelos condutores principais.

Figura 2: Torçada sem neutro tensor

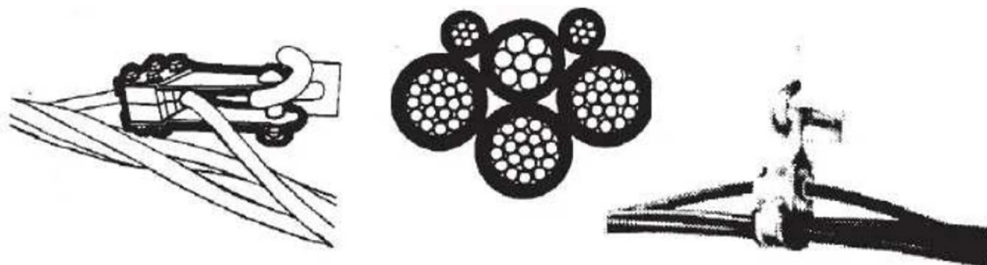


Fonte: Google académico (2023)

b) Sistema com neutro tensor

Consiste num feixe de condutores de fase, cabeados à volta do condutor neutro, que além da função eléctrica, serve de fio tensor do conjunto.

Figura 3: Torçada com neutro tensor



Fonte: Google académico (2023)

2.2.3 Estrutura do Posto de Transformação Assente em Base de Alvenaria (Tipo M2)

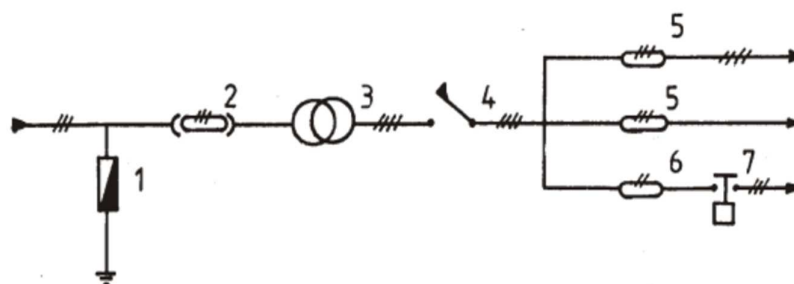
Transformadores com peso superior a 1200 Kg ou no geral com potência superior a 100 kVA, devem ser montados sobre bases de alvenaria, situadas entre os postes do pórtico de chegada de média tensão.

A altura da base de alvenaria foi calculada de forma a que as acessíveis em tensão não fiquem a uma altura inferior a 2,5 metros do solo, que é a distância mínima regulamentar para instalações exteriores protegidas.

Para este tipo de Posto de Transformação, deverá ser construída uma vedação adequada em sua volta, que impeça a aproximação de pessoas da instalação, até a uma determinada distância de segurança. Cujas dimensões da vedação, segundo o regulamento, a distância mínima entre a projecção horizontal das peças em tensão e a vedação deve ser de 2 metros (para 33 kV), devendo a sua altura mínima ser de 1,80 metros.

O quadro de baixa tensão será alojado na parte inferior da base de cimento que suporta o transformador, ficando assim igualmente protegido contra a intempérie. (Anexo D).

Figura 4:Esquema eléctrico simplificado



Fonte Manual de montagem de posto de transformação rural, EDM (2003)

Legenda:

1. Pára-raios;
2. Drop-outs;
3. Transformadores de potência MT/BT;
4. Disjuntores de baixa tensão;
5. Fusíveis APC de baixa tensão;
6. Fusíveis de iluminação pública;
7. Contactor da iluminação pública.

2.2.3.1 Pára-raios

A tensão nominal dos Pára-raios a instalar numa formação deve ser em função do nível de tensão da rede assim como do seu regime do neutro, ou seja, se é isolado, ligado directamente à terra ou se é ligado à terra por intermédio de uma resistência ou bobina. A capacidade dos Pára-raios a instalar é no geral de 10 KA.

A tabela que a seguir se apresenta, indica-nos as tensões nominais a usar em diferentes situações possíveis nas redes da EDM, para Pára-raios da marca ASEA, tipo XBE.

Tabela 1: Tensões nominais dos Pára-raios

TENSÃO NOMINAL DA REDE (KV)	Tensão nominal dos Pára-raios "XBE"	
	Neutro isolado	Neutro à terra
6,6	7,2	6
11	12	12
22	24	24
33	36	33

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM (2003)

A ligação dos Pára-raios a linha de média tensão, deve ser feito com o mesmo tipo e secção do condutor da linha. A ligação à terra deve ser feita em condutor de cobre com a secção mínima de $16mm^2$.

2.2.3.2 Drop-outs

Segundo o Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM os Drop-outs mais utilizados nas redes da EDM tem sido os da marca AB-CHANC, porque tem uma grande velocidade de corte e podem suportar tensão da linha até 36kV. Os. E em função dos níveis de tensão das nossas redes, poderemos usar um dos tipos de base, cujas características a seguir apresentamos.

Tabela 2: Características do Drop-out (Base)

Tensão de fabrico	Tensão nominal (KV)	Corrente nominal (A)	Capaci. corte (KA)	Tensão choque (KV)	Distânc. fuga (mm)
15,5	até 36	100	10	95	216

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM (2003)

Seguidamente apresenta-se uma tabela com o calibre dos elementos fusíveis dos Drop-outs (LINKS), em função do nível de tensão da instalação e da capacidade do transformador que se destina a proteger.

Tabela 3: Calibre de links para drop-outs

Potência do Transformador (KVA)	Tensões (KV)							
	6,6		11		22		33	
	In	ILK	In	ILK	In	ILK	In	ILK
30	2,6	3	1,6	2	0,8	1	0,5	1
50	4,4	6	2,6	3	1,3	2	0,9	1
100	8,7	10	5,2	6	2,6	3	1,8	2
160	14	15	8,4	10	4,2	6	2,8	3
200	15,5	20	10,5	12	5,3	6	3,5	6
250	21,9	25	13,1	15	6,6	8	4,4	6
315	28	30	16,5	20	8,3	10	5,5	6

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM (2003)

Onde:

In – Corrente nominal do transformador em (A) e, ILK – Corrente nominal do LINK a usar em (A)

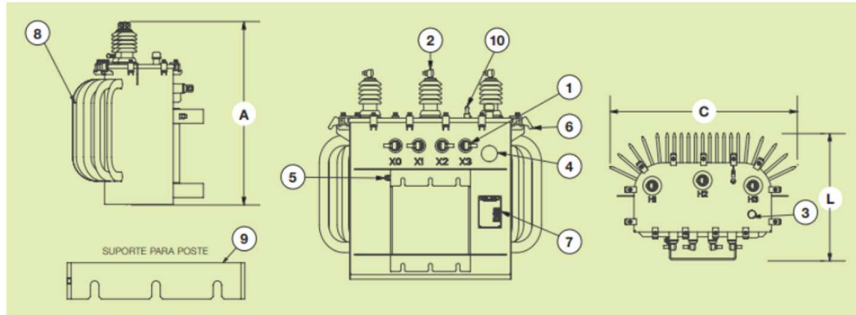
2.2.3.3 Transformador

Para Bolotinha, (2018:2)

A energia eléctrica, desde a sua origem até aos consumidores finais, sofre diversas transformações do nível de tensão, que se realizam nas subestações e postos de transformação, onde a tensão é elevada ou reduzida. A operação de modificação do nível da tensão é feita pelos transformadores de potência, que desempenham um papel chave no transporte e distribuição de energia.

Um transformador é um dispositivo que converte, por meio da acção de um campo magnético, a energia eléctrica CA de uma dada frequência e nível de tensão em energia eléctrica CA de mesma frequência, mas outro nível de tensão. Ele consiste em duas ou mais bobinas de fio enroladas em torno de um núcleo ferromagnético comum. Essas bobinas usualmente não estão conectadas directamente entre si. A única conexão entre as bobinas é o fluxo magnético comum presente dentro do núcleo. Um dos enrolamentos do transformador é ligado a uma fonte de energia eléctrica CA e o segundo (e possivelmente um terceiro) enrolamento do transformador fornece energia às cargas. O enrolamento do transformador ligado à fonte de energia é denominado enrolamento primário ou enrolamento de entrada e o enrolamento conectado às cargas é denominado enrolamento secundário ou enrolamento de saída.

Figura 5: Estrutura de Transformador



Fonte: Transformador ABB, Transformador de Distribuição Trifásico

Legenda:

A – Altura do transformado (depende da potência do transformador);

C – Comprimento (depende da potência do transformador);

L – Largura (Depende da potência do transformador);

1- Bucha da baixa tensão (fica fixado ao isolador que está no transformador);

2- Bucha da média tensão (fica fixado ao isolador que está no transformador);

3- Bujão de enchimento de óleo;

4- Comutador de accionamento externo ou em derivação (Tap change);

5- Conector de aterramento;

6- Gancho de suspensão;

7- Chapa de característica;

8- Radiador;

9- Suporte para poste;

10- Válvula de alívio de pressão.

2.2.3.4 Dimensionamento do Cabo BT entre o Transformador e o QGBT

O cabo de baixa tensão que se destina a assegurar a ligação transformador e o quadro de baixa tensão será do tipo VAV. Para o seu dimensionamento foi tomada em conta a corrente nominal do transformador de potência assim como a capacidade térmica do cabo de curto-circuito, visto que a sua protecção só é assegurada pelos Drop-outs no lado de média tensão.

Depois de calcular a corrente fictícia, em seguida determina-se a secção do cabo alimentador com auxílio da tabela.

Tabela 4: Secções dos cabos a usar entre transformador e o quadro de baixa tensão

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Secção (mm ²)	Corrente admissível (A)
30	43,3	4x16	80
50	72,2	3x25+16	106
100	144,3	3x50+35	159
160	230,1	3x93+50	244
200	288,7	3x150+75	324
250	360,8	3x185+95	371
315	454,7	2(3x95+50)	2x244

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM (2003)

2.2.3.5 Disjuntor de Baixa Tensão

O disjuntor de baixa tensão destina-se a proteger a instalação à sua jusante dos efeitos nocivos dos curtos-circuitos e sobrecargas. Para escolher o disjuntor adequado para um determinado Posto de Transformação, deve ter-se em conta a corrente nominal do disjuntor assim como o valor da corrente nominal do relé a instalar nesse disjuntor. Com este objectivo devem confrontar-se estes valores com o valor nominal da corrente secundária do transformador de potência.

O valor nominal da corrente do disjuntor basta somente ser superior à corrente nominal secundária do transformador, e deve ser imediatamente superior disponível, enquanto o valor da corrente nominal do relé deve ser o mais próximo possível desse valor. Os relés dos disjuntores de 400 Amperes e superiores dispõem de duas regulações, sendo uma para o valor da sobreintensidade (I_{th}), outra para o caso dos curtos-circuitos (I_r). No primeiro devemos regular I_{th} para o valor nominal da corrente secundária do transformador, regulando-se o segundo para mínimo indicado (I_r).

Estes disjuntores tem uma tensão nominal de fabrico de 660 V e um poder de corte simétrico a 400 V que vai de 15 a 50 kA, em função da sua corrente nominal. Os disjuntores que tem sido habitualmente usado nas redes de baixa tensão são os da marca "SACE " do tipo N ou SN.

Tabela 5: Característica dos disjuntores usados na BT

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Tipo disjuntor "SACE"	Tipo relé	Observações
30	43,3	SN - 125	R - 50	—
50	72,2	SN - 125	R - 80	—
100	144,3	SN - 250	R - 200	—
160	230,9	SN - 250	R - 250	—
200	288,9	SN - 400	R - 400	deve ser regulado
250	360,8	SN - 400	R - 400	"
315	454,7	SN - 630	R - 630	"

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM (2003)

2.2.3.6 Comando da Iluminação Pública

O comando da iluminação pública será feito por célula fotolétrica ou por interruptor horário. Estes dispositivos destinam-se a comandar por sua vez um contactor que ligará e desligará a referida instalação. O contactor será para uma tensão nominal de 220V ou 380V e uma intensidade nominal de acima de 32A.

2.2.3.7 Terra de Serviço

A terra de serviço será ligada ao neutro do secundário do transformador. Esta ligação será feita a partir do quadro geral de baixa tensão através de um ligador amovível.

2.2.3.8 Terra de Protecção

A terra de protecção ligar-se-ão as massas da aparelhagem de alta tensão, assim como todas as partes metálicas de suporte fixação da aparelhagem, incluindo a cuba do transformador e o involucro metálico do quadro de baixa tensão. Não havendo possibilidade de se executar uma terra própria para os pára-raios, estes também serão ligados a terra de protecção. A ligação dos pára-raios deve fazer-se directamente ao condutor principal de terra, e não por intermédio de qualquer outra massa metálica.

2.2.3.8.1 Condutores de Terra

Utilizar-se-á cabo de cobre nu de 16 mm^2 de secção até ao ligador amovível, situado na base do pórtico, e cabo de 35 mm^2 de secção deste até ao eléctrodo de terra, no interior do solo.

2.2.3.8.2 Eléctrodos de Terra

Quer o eléctrodo da terra de protecção quer o da terra de serviço, serão constituídos por varões próprios para este fim, podendo na sua falta serem substituídos por tubos de ferro galvanizado, interligados entre si por cabo de cobre de 35 mm^2 de secção. Os eléctrodos deverão ser enterrados no solo a uma profundidade mínima de 0.8 metros. Os elementos que constituem o mesmo eléctrodo deverão distanciar-se uns dos outros 2 a 3 metros. O número de elementos por eléctrodo depende da resistência do solo. O objectivo a atingir é que a resistência de terra seja inferior a 20 ohms. Os eléctrodos da terra de serviço e da terra de protecção deverão distar entre si na horizontal de pelo menos 20 m para que possam ser considerados terras distintas.

2.2.4 Característica de Montagem do Posto de Transformação

2.2.4.1 Pórtico de Madeira

Para a execução do pórtico de madeira serão usados postes de eucalipto creosotado da espécie "Eucaliptos Saligna" com 12,25m de altura e com um diâmetro médio de 18cm no topo, e 23,35cm na base, no mínimo. Outros pormenores podem ser observados no (anexo D).

Serão necessárias duas espias montadas no lado oposto à chegada da linha, executadas em arame galvanizado, ou em cabo de aço adequado.

O ponto de fixação ao pórtico deve situar-se a 10,2 metros de altura enquanto na horizontal devem distar do pórtico 7m. Nestas espias serão igualmente montados isoladores de espia adequados à tensão mais elevada do Posto de Transformação.

No anexo E, mostra em pormenor a amarração da linha de média tensão. Os elementos que compõem a amarração são: as pinças de amarração; as cadeias de isoladores; a travessa de amarração; acessórios de montagem.

Os Pára-raios e os Drop-outs serão montados sobre perfis UNP-10 de acordo com as medidas constantes no anexo E.

Fixação dos Isoladores de Barramento

No caso dos Postos de Transformação onde o transformador assenta em base de alvenaria, o barramento de média tensão entre os drop-outs e o transformador tem uma distância considerável, o que implica a montagem de isoladores de barramento, de forma a não ter vãos superiores a 1,75 m.

Os isoladores a usar deverão ser em função da tensão mais elevada do Posto de Transformação, para montagem horizontal, podendo ser usados os mesmos das linhas desde que obedeçam às mesmas especificações técnicas. Os isoladores de barramento serão montados sobre perfis UNP-10 ou em outro perfil equivalente (anexo E).

Base de Alvenaria

No anexo F, apresenta a forma e dimensões da base de alvenaria que constituem os Postos de Transformação de potência superior a 100 KVA.

Armário de Baixa Tensão

O quadro de baixa tensão ou armário de baixa tensão estará alojado dentro de uma caixa metálica galvanizada, de preferência pintada, com uma ou duas portas na sua parte frontal. No anexo F, encontram-se as dimensões do mesmo.

Na parte exterior das portas do quadro de baixa tensão deve afixar-se uma placa com a inscrição "PERIGO DE MORTE".

Vedação

Todas as instalações exteriores que possuam peças nuas em tensão a uma altura do solo inferior a 6 metros, devem ser envolvidas por uma vedação, que mantenha a uma distância segura qualquer pessoa estranha ao serviço. É o caso dos Postos de Transformação onde o transformador é assente sobre uma base de alvenaria. As dimensões e pormenores desta vedação constam no anexo F.

2.2.5 Linha de Média Tensão (MT)

As tensões normalizadas em Moçambique para linhas de distribuição em média tensão são 11, 33 e 66kv, dependendo das características e localização dos centros de consumo.

As linhas aéreas de MT, instalam-se geralmente com um condutor por fase, em armações para isoladores rígidos ou cadeias de suspensão. (Anexos B).

2.2.5.1 Cabos ou Condutores

Os cabos condutores a usar na construção de linhas aéreas de média tensão serão de alumínio reforçados com fios de aço designados por “ACSR”.

As secções a usar serão:

- Cabo ACSR “SQUIRREL” com a secção de 24,43 mm;
- Cabo ACSR “FERRET” com a secção de 49,48 mm;
- Cabo ACSR “MINK” com a secção de 73,71 mm.

2.2.5.2 Apoio

Estrutura vertical (poste) que pode ser composta por ferro, betão e madeira e que sustenta a ferragem e isoladores, que por sua vez sustentam os condutores.

Os apoios a usar são de eucalipto creosotado cujo nome é “EUCALYTUS SALIGNA”
As dimensões dos apoios são:

- Altura 12,25; 15,00 e 18,00m, Diâmetro do topo 0,12 a 0,18m.

Atendendo ao comprimento total do apoio, à profundidade do encastramento do apoio no solo, a altura do solo a que os condutores devem ficar e também à distância do topo a que os condutores serão fixados nos postes, os vãos máximos permitidos, para os diferentes cabos e tipos de apoio, no caso de o terreno ser plano e horizontal e de não haver quaisquer acidentes ou obstáculos, são:

Tabela 6: Vãos máximos

		TIPO DE APOIO (altura; m)		
		VÃO (m)	12,25	15
CABOS	SQUIRREL	120	160	210
	FERRET	130	180	220
	MINK	150	210	240

Fonte: Manual de montagem de linhas – M1 EDM

Contudo considerando as condições climatéricas do nosso país (temperaturas e velocidades dos ventos), onde serão implantadas estas linhas, os vãos óptimos de montagem em função do tipo de condutor a ser utilizado são os seguintes:

Tabela 7: Vãos óptimos

CABOS	SQUIRREL	FERRET	MINK
Vão óptimo (m)	76	101	120

Configuração das Armações

Conforme a posição que os 3 condutores ocupam no plano, as armações podem ser complanares ou desniveladas. (anexo G).

2.2.5.3 Isoladores

Os isoladores são utilizados para impedir a passagem da corrente eléctrica para as ferragens, como também servem de suporte dos condutores das linhas aéreas. (Anexo H)

Para montagem normal em alinhamento, tendo em conta as características tropicais das regiões onde as linhas se vão desenvolver, foram adaptados isoladores rígidos de eixo vertical e cujas referências da ELECTRICAL LINE COMPONENTS (E.L.C.) são as seguintes

- NGK para 22/33 KV Eixo Vertical;
- STV-35 para 22/33 KV Eixo Horizontal;
- ALH-35 para 22/33 KV Eixo Horizontal

2.2.6 Limites da Queda de Tensão

Estes limites são verificados no artigo 9 no ponto 4 e comentário 3 do RSRDEEBT:

Artigo 9º

4- As variações de tensão em qualquer ponto da rede de distribuição não deverão ser superior a $\pm 8\%$ da tensão nominal.

Comentário 3- Nas redes de distribuição em centro urbano recomenda-se que as variações de tensão em relação ao valor nominal não excedam $\pm 5\%$.

2.2.7 Dimensionamento do Transformador no Estudo de Caso Quinta Cajual

De acordo com Filho, (2001: 27):

Para o dimensionamento das cargas das habitações, é necessário calcular as potências totais de cada infraestrutura de forma a ter uma ideia de qual será a potência do transformador para atender a demanda total. Desta forma, para análise de uma instalação e a determinação da capacidade (dimensionamento) dos condutores eléctricos que alimentam os quadros de distribuição e os quadros terminais, bem como o dimensionamento dos seus dispositivos de protecção, como sendo a soma de todas as potências instaladas.

2.2.7.1 Natureza da carga

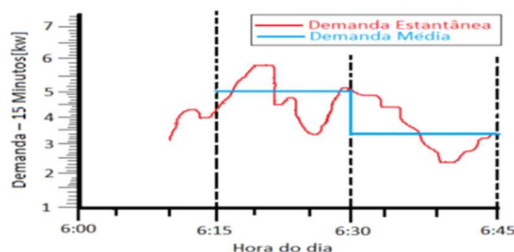
Para o dimensionamento de um transformador de potência depende fundamentalmente da carga, e do seu regime. Para se ter um bom conhecimento da carga conectada a um sistema eléctrico é necessário primeiramente conhecer o comportamento das cargas individuais dos consumidores. As cargas conectadas ao sistema de potência sofrem constante variação e quanto mais próximo do consumidor final se situa o ponto de observação mais pronunciada é a sua flutuação. Nos transformadores de potência montados em zonas urbanas não existem cargas em regime permanente.

- Demanda: É a carga média durante um período específico, a carga pode ser expressa em kW ou kVA e deve incluir um intervalo de tempo;
- Demanda Média- A média das demandas durante um período de tempo específico (Dia, Semana, Mês, etc.);

2.2.7.2 Análise da Carga de Consumidores Individuais

O gráfico abaixo mostra como a carga instantânea em kW de um consumidor varia durante dois intervalos consecutivos de tempo de 15 minutos.

Gráfico 1: Curva de Demanda de um Consumidor



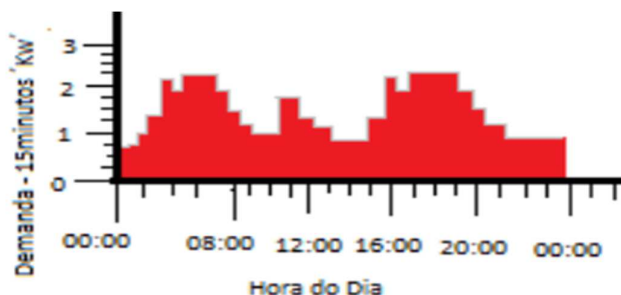
Fonte: Tópicos sobre dimensionamento de transformadores para sistemas de distribuição

De modo a definir a carga, a curva de demanda é dividida em intervalos de tempo iguais. No gráfico um foi escolhido o intervalo de tempo de 15 minutos. Para cada intervalo de tempo foi determinado o valor médio da demanda. As linhas rectas representam a carga média no intervalo de tempo de 15 minutos. Quanto mais curto for o intervalo de tempo, mais exacto é o modelo para a carga representada. Esse processo é similar a um procedimento de integração numérica. O valor médio da carga no intervalo de tempo definido é a Demanda em kW a cada 15 minutos.

2.2.7.2.1 Primeiro Consumidor

O gráfico abaixo representa um consumidor genérico residencial típico. Cada barra fornece a demanda em kW a cada 15 minutos. Neste caso é conveniente notar que durante o período de 24 horas ocorre uma grande variação da demanda.

Gráfico 2: Curva de Demanda de Primeiro Consumidor



Fonte: Tópicos sobre dimensionamento de transformadores para sistemas de distribuição

Neste caso é conveniente notar que durante o período de 24 horas ocorre uma grande variação da demanda. Este consumidor em particular apresenta três períodos em que a demanda em kW excede o valor de 2 kW. O maior deles é a demanda máxima em kW a cada 15 minutos. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 17:30 e tem o valor de 2,17 kW.

A energia em kWh consumida durante um dia é calculada conforme a Equação que segue:

$$\text{kWh} = \frac{\sum_{i=1}^n D[\text{kW}]_{15\text{-minutos } i}}{4} \quad (\text{Equação 1})$$

A energia total (E_{Total} [kWh]) consumida durante 24 horas pelo primeiro consumidor é 25 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação:

$$D_{\text{Média}_{15\text{-minutos}}} = \frac{E_{\text{Total}}}{\text{Horas}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$D_{\text{Média}_{15\text{-minutos}}} = \frac{25}{24} = 1,04 \text{ kW}$$

Segundo Consumidor

Gráfico 3:: Curva de Demanda do segundo consumidor



Fonte: Tópicos sobre dimensionamento de transformadores para sistemas de distribuição

Neste segundo consumidor apresenta três períodos em que a demanda em kW excede o valor de 3kW. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 18h e tem o valor de 3.3 kW.

A energia total (E_{Total} [kWh]) consumida durante 24 horas pelo segundo consumidor é 53 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação 2:

$$D_{\text{Média}_{15\text{-minutos}}} = \frac{53}{24} = 2,21 \text{ kW}$$

2.2.7.2.2 Terceiro Consumidor

Gráfico 4: Curva de Demanda do terceiro consumidor



Fonte: Tópicos sobre dimensionamento de transformadores para sistemas de distribuição

Neste terceiro consumidor apresenta dois períodos em que a demanda em kW excede o valor de 4kW. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 18h e tem o valor de 4.2 kW.

A energia total (E_{Total} [kWh]) consumida durante 24 horas pelo Consumidor 3 é 77 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação 2:

$$D_{\text{Média}_{15\text{-minutos}}} = \frac{77}{24} = 3,21 \text{ kW}$$

2.2.7.3 Determinação da Demanda

A determinação da Demanda representa o passo inicial no processo de elaboração de uma linha de transmissão, sendo caracterizado pela previsão da carga, e previsões de crescimento anual. Tal crescimento depende de nível de ocupação e o desenvolvimento de construção de habitações.

2.2.7.3.1 Levantamento das Cargas

Tratando-se de um projecto novo e de expansão, para o levantamento das cargas foram tidas em consideração os seguintes aspectos.

A determinação da potência instalada é efectuada pelo cálculo de potência previsível afectada pelo coeficiente de simultaneidade, desde que não se conheça realmente a potência de todos os receptores instalados.

A potência contratada corresponde à potência efectivamente disponibilizada pelo distribuidor público de energia eléctrica.

No cálculo das instalações colectivas e entradas, nos locais de habitação ou edifícios residenciais, não devem ser consideradas potências nominais inferiores às seguintes (Regras Técnicas, Parte 8 / Secção 803.2.4.3.1):

Em locais de um compartimento 3,45 kVA;

Em locais de dois a seis compartimentos 6,90 kVA;

O condomínio faz parte de um bairro habitacional e com base no levantamento feito constaram um total de 135 residências e 66 candeeiros da iluminação pública.

Factor de correção de Potência, nomeadamente factor de simultaneidade F_s e factor de utilização F_u (ver anexo J).

$$F_s = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}} \quad (\text{Equação 3})$$

Formula de calculo

$$S_{\text{instalada}} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{\cos\varphi} \quad (\text{Equação 4})$$

Porem, para a determinação da demanda a transmitir é necessário que se adicione a esta carga o factor de crescimento anual, onde dentre vários factores, foi determinado uma

taxa de crescimento de carga anual na rede de 7%, num período de 10 anos. Entretanto, este factor pode variar consoante as características particulares do projecto.

Assim sendo, a potência aparente final será calculada a partir da seguinte expressão:

$$S_f = S_{instalada} = \left(1 + \frac{T_c}{100\%}\right)^N \quad (\text{Equação 5})$$

Tabela 8: Cálculo das potências aparentes instaladas para o condomínio

Carga	$P_{estimada}(\text{kW})$	F_u	$P_{corrigida}(\text{kW})$	n	F_s	$P_{instalada}(\text{kW})$	$S_{instalada}(\text{kVA})$	$S_{final}(\text{kVA})$
Residências Tipo 2	1,04	0,75	0,8	60	0,4	19	117,10	230,35
Residências Tipo 3	2,21	0,75	1,7	45	0,41	30,6		
Residências Tipo 4	3,21	0,75	2,4	30	0,44	31,779		
Iluminação Pública	0,18	1	0,2	70	1	12,6		

Fonte: O autor (2023)

Com base no resultado dos cálculos feitos acima, devera ser instalada uma potência igual ou superior a 230 kVA, de modo a suprir a demanda actual ou futura. Assim sendo, será proposto a instalação um transformador com capacidade de 250 kVA.

Escolha do transformador padronizado

$$S_{NT} \geq S_{final} = 250 \text{ kVA} \geq 230,35 \text{ kVA}$$

$$S_{NT} = 250 \text{ kVA} \text{ (Ver no anexo J)}$$

Nestas condições o transformador de 250 kVA estará a operar a 92,14 % da sua potência máxima.

2.2.8 Dimensionamento das Linha do Posto de Transformação

2.2.8.1 Linha de Média Tensão

A partir do ponto de derivação, a linha terá 400 metros de comprimento. É importante mencionar que a zona apresenta condições favoráveis, por ser uma zona plana, sem cursos de água e aglomerados habitacionais, cabos telefónicos, e ainda sem linhas de transporte e distribuição de energia implantadas anteriormente.

2.2.8.1.1 Secção Transversal dos Condutores de Média Tensão

A secção dos condutores devera ser tal que satisfaça as diferentes condições técnicas de funcionamento, isto é, aquecimento e regime normal de curto-circuito, bem como as quedas de tensão, devem estar abaixo dos limites máximos admissíveis.

Apresentam-se a seguir os principais cálculos para posteriormente definir-se o condutor que melhor se adequa ao projecto.

Corrente de Serviço

$$I_s = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} * U_{linha}} = \frac{250}{\sqrt{3} * 33} = 4,37A$$

Secção económica

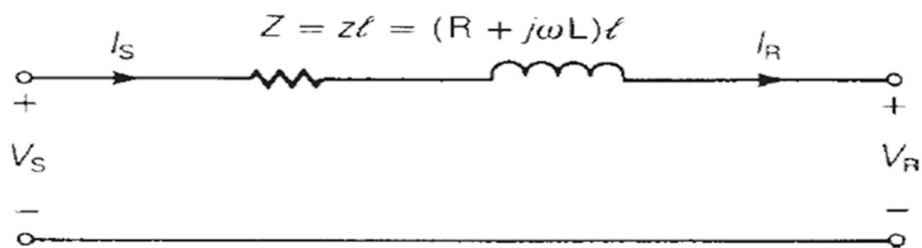
$$Secção_{Económica} = \frac{I_s}{\delta_{EC}} = \frac{4,37}{0,8} = 5.46 \text{ mm}^2$$

δ_{EC} – Densidade de corrente económica em A/mm² (Anexo K).

O condutor que melhor se adequa as características da secção económica é o SQUIRREL com a secção de 24,44 mm².

Para as linhas de comprimento menor que 80 Km, apenas a resistência e reactância em série são inclusas, isto é, a admitância da linha é desprezível.

Figura 6: Circuito equivalente de uma linha de transmissão curta



Fonte: Glover J. Duncan, Sarma Mulukutla, Overbye Thomas, (2012)

Resistência da linha

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha_{20^{\circ}C}(R_{\theta} - 20)] = 1.366 [1 + 0.00403 (35^{\circ} - 20^{\circ})]$$

$$\frac{R}{l} = 1,4486 \frac{\Omega}{\text{km}} \Rightarrow R = 0,579 \Omega$$

Reactância da linha

$$X = 2 \pi f L$$

(Equação 6)

Para se achar a reactância, é necessário calcular antes a indutância do condutor. Para tal, deve-se conhecer os tipos de armação usadas em cada troço da linha, pois, apresentam afastamentos diferentes e estes podem influenciar no valor da indutância.

Indutância da linha é dada pela seguinte expressão:

$$L = 2 * 10^{-7} * \ln \frac{D_{mg}}{r_{mg}} \quad (\text{Equação 7})$$

D_{mg} - é a distância média geométrica entre condutores;

r_{mg} - é o raio médio geométrico do condutor.

Tabela 9: Distancia entre condutores

Condutores	Distância
Distância entre as fases 1 e 2 (D_{12})	1000 mm
Distância entre as fases 1 e 3 (D_{13})	2000mm
Distância entre as fases 2 e 3 (D_{23})	1000mm

Fonte: O autor

$$D_{mg} = \sqrt[3]{D_{12} * D_{13} * D_{23}} = \sqrt[3]{1000 * 2000 * 1000} = 1259,92 \text{ mm} = 1,259 \text{ m}$$

$$r_{mg} = r * e^{\frac{-1}{4}} = 2,8 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 2 * 10^{-7} * \ln \frac{1,259}{2,8 * 10^{-3}} = 1,22 * 10^{-3} \text{ H/km}$$

$$X = 2 * \pi * 50 * 1,22 * 10^{-3}$$

$$X = 0,4 \ \Omega$$

A reactância total será:

$$X' = X * l = 0,4 * 0,4 = 0,16 \ \Omega/\text{km}$$

Impedância da linha

$$Z_L = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,579^2 + 0,16^2} = 0,6 \ \Omega$$

Queda de tensão

$$U = U_{inicial} - U_{final} = \sqrt{3} * I_s (R \cos \varphi + X' \sin \varphi) \quad (\text{Equação 8})$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 4,37 (0,579 * 0,8 + 0,16 * 0,6) = 4,23 \text{ V}$$

Em percentagem

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U * 100\%}{U_{\text{inicial}}} = \frac{4,23 * 100\%}{33} \Rightarrow \Delta U = 0,13\%$$

Segundo os cálculos, a queda de tensão é inferior ao limite máximo admissível ($\Delta U\% = 0,13\% < 5\%$), assim sendo, o condutor SQUIRREL atende a todos os critérios propostos.

2.2.8.2 Cálculo do Alimentador do Transformador e as Saídas do Quadro Geral de Baixa Tensão

De seguida interessa-nos determinar o calibre do disjuntor geral, poder de corte, secção do cabo e as condições de protecção, assim sendo, a seguir passar-se a determinar:

Calibre do disjuntor geral

$$I_2 = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} * U_{sn}} = \frac{250}{\sqrt{3} * 0,4} = 360,84 \text{ A}$$

Consultar a tabela do anexo N, o calibre do disjuntor deverá ser de corrente nominal 400A, valor imediatamente superior à 360,84A, e se for regulável, deverá ser regulado para 360,84A.

Capacidade de interrupção do disjuntor

$$I_{cc} = \frac{I_2}{Z\%} = \frac{360,84}{0,05} = 7,2 \text{ kA}$$

Como o curto-circuito é a elevação da corrente e a descida da tensão, o disjuntor devesa desarmar quando a corrente atingir os 7,2 kA.

Cálculo da corrente fictícia

Para determinação do condutor é fundamental levar em consideração dois factor, dos quais, factores de correcção de cabos instalados ao ar (β) = 0,95 e factor de correcção para a temperatura ambiente diferente de 20°C (γ) = 0.82. Ver no anexo L.

$$I_{fi} = \frac{I_2}{\beta * \gamma} = \frac{360,84}{0,95 * 0,82} = 463,21 \text{ A}$$

A partir da corrente fictícia $I_{fi} = 463,21 \text{ A}$ que poder-se-á verificar na coluna dos cabos instalados ao ar na tabela do anexo K, $I_{\text{max}} = 470 \text{ A}$ onde se obteve a secção nominal de 300 mm² por cada condutor de fase.

Determinação da corrente máxima admissível no cabo I_{max}

A determinação da I_{\max} será efectuada a partir da tabela de correntes máximas admissíveis em cabos do anexo K.com base na secção do cabo determina-se a I_{\max} .

$$I_{\max} = 470 \text{ A}$$

$$S_{CA} = 300 \text{ mm}^2$$

$$I_z = I_{\max} * \beta * \gamma = 470 * 0,95 * 0,82$$

$$I_z = 366,13 \text{ A}$$

Protecção contra sobrecargas

O artigo 128 do Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão estabelece as condições que deverão ser satisfeitas para que um aparelho de protecção proteja uma instalação contra sobrecargas. As condições são as seguintes, sendo que deverão verificar-se em simultâneo:

$$I_s \leq I_N \leq I_z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 I_z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 * 366,13$$

$$I_{nf} \leq 421,05 \text{ A}$$

Consultando o Anexo N da tabela de características dos disjuntores escolhe-se na coluna de I_{nf} um valor de I_{nf} inferior ou igual a 421,05A. A $I_{nf} = 420 \text{ A}$ que corresponde a um disjuntor geral de $I_N = 400 \text{ A}$.

$$\text{Logo: } I_z \leq I_N$$

360,84 A \leq 400 A O cabo alimentador de quadro geral de baixa tensão será de cobre VAV 3x185 mm², protegido por um disjuntor de 400 A.

Portanto a condição $I_s \leq I_N \leq I_z$ a partir dos cálculos efectuados satisfaz esta condição (360,84 \leq 400 \leq 421,04)A

2.2.8.3 Determinação das Saídas de Alimentação

O posto de transformação terá duas saídas localizadas no centro de carga, com aproximadamente mesma extensão. O comprimento será de 635 metros o que pudesse concluir que haverá uma divisão de potencia nas saídas. Dai que a corrente de linha de cada saída fica:

$$I_s = \frac{S_{NT}}{2\sqrt{3} * U_{sn}} = \frac{250000}{2\sqrt{3} * 400} = 180,4 \text{ A}$$

$$I_s = 180,4\text{A} = I_N = 200\text{A}, I_{nf} = 260 \text{ A}, I_f = 320 \text{ A}$$

2.2.8.3.1 Dimensionamento do cabo (subalimentador)

Cálculo da corrente fictícia

$$I_{fi} = \frac{I_s}{\beta * \gamma} = \frac{180,4}{0,75 * 0,82} = \frac{180,4}{0,615} = 293,3 \text{ A}$$

A partir da corrente fictícia $I_{fi} = 293,3 \text{ A}$, que pudesse verificar na coluna dos cabos enterrados na tabela do anexo K na coluna de três condutor, $I_{max} = 295 \text{ A}$ onde se obteve a secção nominal de 95 mm^2 por cada condutor de fase.

2.2.8.3.2 Protecção do cabo contra sobrecargas

Determinação da corrente máxima admissível no cabo I_{max}

A determinação da I_{max} será efectuada a partir da tabela de correntes máximas admissíveis em cabos do anexo k.com base na secção do cabo determina-se a I_{max} .

$$I_{max} = 293,3 \text{ A e } S_{CA} = 95 \text{ mm}^2$$

Cálculo de corrente máxima nas condições reais

$$I_z = I_{max} * \beta * \gamma = 293,3 * 0,75 * 0,82$$

$$I_z = 180,4 \text{ A}$$

$$I_{nf} \leq 1,15 I_z \Rightarrow I_{nf} \leq 1,15 * 180,4 \Rightarrow I_{nf} \leq 207,5 \text{ A}$$

Nota: Buscando a tabela de características dos Corta-circuitos fusíveis escolhe-se na coluna de I_{nf} um valor inferior ou igual a $207,5 \text{ A}$. A $I_{nf} = 162\text{A}$ que corresponde a um fusível de $I_N = 125 \text{ A}$.

$$I_s \leq I_N \leq I_z \leq I_{nf} \leq I_f$$

$$180,4 \leq 125 \leq 180,4 \leq 162 \leq 200 \text{ condição verificada.}$$

Para as saídas deveram ser usados cabos VAV até ao primeiro poste da rede de baixa tensão aéreo. A protecção da saída é feita por fusíveis de baixa tensão de alto poder de corte (APC), do tipo NH.

Cabo VAV: $3x95 \text{ mm}^2 + 50 \text{ mm}^2$ (Saídas Gerais)

Fusíveis APC, Tipo NH: $I_N = 200A$ (Saídas Gerais)

Impedância da Linha de Baixa tensão

$$Z_{\alpha} = Z_L * \left(\frac{U_{2n}}{U_{1n}}\right)^2 \Rightarrow Z_{\alpha} = 0,6 * \left(\frac{0,4kV}{33kV}\right)^2 = 0,0000882 \Omega$$

2.2.8.3.3 Proteção contra curto-circuito

Cálculo de resistência do cabo

Com a secção de 95 mm^2 recorreu - se a aos dados da resistência máxima do condutor a 20°C , onde se obteve a de $R_{20^\circ\text{C}} = 0,206 \Omega/\text{km}$.

$$R_c = \frac{R_{20} * l}{1000}$$

$$R_c = \frac{0,206 * 10}{1000}$$

$$R_c = 0,00206 \Omega$$

Correcção da resistência com a variação da temperatura

$$R_T = R_c[1 + \alpha_t(\theta - 20)]$$

$$R_T = 0,00206[1 + 0,004(35^\circ - 20^\circ)] \Rightarrow R_T = 0,0022\Omega$$

Logo a corrente de curto circuito será

$$I_{cc} = \frac{U_{2n}}{R_T} = \frac{0,4}{0,0022} = 181,8 \text{ kA}$$

2.2.9 Cálculo Mecânico

O dimensionamento mecânico deve ser feito considerando as condições mais desfavoráveis da montagem e tendo em conta que a carga máxima suportada pelos isoladores deve considerar 437 Kg (RSLEAT, 2011).

Cálculo da profundidade de encastramento dos apoios

A profundidade de encastramento dos apoios (P_e), é dada pela equação abaixo, em que $H=9\text{m}$ é a altura total do apoio. Neste caso:

$$P_e = 0.5 + 0.1 * H$$

$$P_e = 0.5 + 0.1 * 9 = 1,4 \text{ m}$$

Cálculo das Espias

O cálculo da espia (E) compreende a distância da profundidade de encastramento até ao ponto onde se vai abrir a cova do apoio, obedecendo a expressão:

$$E = \frac{2 * H_u}{3} = \frac{2 * 7}{3} = 4,67 \text{ m}$$

Onde:

H_u - Altura da espia no poste, onde fixa a cabeça de espia.

Cálculo Mecânico do Condutor

Para o condutor determina-se a carga e tensão de segurança, com base nas características mecânicas do condutor. O condutor a ser usado (Squirrel) apresenta a carga de ruptura: (anexo O). A carga de segurança (σ_a) e a tensão de segurança (t_o) são dadas pelas expressões:

$$\sigma_a = \frac{T}{C_S} \quad \text{e} \quad t_o = \frac{\sigma_a}{S}$$

Onde:

C_S - É o coeficiente de segurança (=2.85 segundo o RSLEAT)

S - É a secção total do condutor

Portanto:

$$C_a = \frac{860}{2,85} = 301,75 \text{ kg} \quad \text{e} \quad t_o = \frac{301,75}{25} = 12,07 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

2.2.10 Iluminação pública e eficiência energética

EDM, (2018) De toda energia eléctrica produzida em Moçambique, parte dela é destinada a iluminação pública, o que torna uma área bastante importante no sector eléctrico nacional, sendo alvo de estudos de eficiência energética. A sua principal função, no que toca a iluminação pública, é a de proporcionar visibilidade rápida, precisa e confortável durante o período nocturno. O presente projecto, englobará o estudo da eficiência energética que deverá ter em conta as novas tecnologias das luminárias LED (Light Emitting Diode), avaliando aspectos como o consumo de energia e viabilidade económica.

2.2.10.1 A Importância da Iluminação Pública e da Eficiência Energética

O sector da iluminação pública (IP) é um dos sectores em que o consumo de energia eléctrica é mais significativo. A sua principal função, no que toca à iluminação de vias

públicas, é a de proporcionar visibilidade rápida, precisa e confortável durante a noite. Estes factores protegem e incentivam o tráfego de veículos e peões. Assim, a iluminação pública:

- Funciona como elemento de interação social;
- Promove diferentes ambientes simbólicos e psicológicos;
- Funciona como linguagem visual;
- Permite interagir como paisagem nocturna;
- Tem um impacto directo no comércio e no sector do turismo.

Para além disso, a IP permite reduzir a criminalidade e aumentar a percepção de segurança, reduzindo o número e gravidade dos acidentes rodoviários no período nocturno, até 30%. No caso de uma via rápida ou auto-estrada, a iluminação deverá proporcionar ao condutor uma circulação em segurança, garantindo que este possa visualmente determinar o seguinte:

- Possíveis obstáculos a uma dada distância de modo evitar algum sinistro;
- Os limites da via, para este poder manter o veículo na posição correta dentro da faixa;
- A localização e o significado de sistemas ou sinais de trânsito, afectos ao código da estrada;
- A detecção de objectos ou veículos móveis dentro da via e futura rota de deslocação dos mesmos.

2.2.10.1.1 Tecnologia LED

A tecnologia LED veio revolucionar a forma como se utiliza a luz, permitindo fontes de iluminação totalmente controláveis e ajustáveis, que podem ser integradas em redes inteligentes e comunicativas. A transformação de energia eléctrica é totalmente diferente da encontrada em lâmpadas convencionais, pois nos LED este processo é efectuado na matéria sólida, sendo também denominado de iluminação em estado sólido.

- As principais vantagens do uso de LED na IP são:
- Podem emitir luz de uma determinada cor, sem o uso de filtros;
- Pode ser desenhado de modo a focar a luz emitida pontualmente, sem o uso de reflectores externos;
- Não necessitam de sistemas para arrancarem, nem necessitam de arrancadores nem de ignitores;
- Quando são usados com regulação de fluxo não modificam a tonalidade da cor da luz emitida com a variação da corrente que os atravessa;

- São bastante robustos em comparação com os restantes tipos de lâmpadas;
- Têm um tempo de vida médio bastante elevado: 35 000 a 100 000 horas;
- Atingem o seu fluxo nominal muito rapidamente (menos de 100 ns);
- Podem ter dimensões muito reduzidas;
- Vasta gama de temperaturas de cor;
- Maior conforto visual;
- Elevado índice de restituição de cor: superior a 70;
- Elevada eficiência, mais de 90% da energia consumida é transformada em luz;
- Menor envelhecimento precoce.
- Regulação do fluxo luminoso de 100% até perto dos 0%.
- Os LED não contêm mercúrio prejudicial para o ambiente, ao contrário de todos os tipos de lâmpadas de vapor de mercúrio e para a maioria de vapor de sódio.

As principais desvantagens do uso de LED em IP são:

- Com o passar dos anos, a luminosidade de um LED não se mantém constante, podendo-se degradar de forma acentuada
- Tecnologia de iluminação recente, custos de implantação ainda elevados;
- Distúrbios na rede, levando à necessidade de se investir em sistemas de protecção;
- Apresentam uma cor branca demasiado fria em alguns casos;
- Necessidade de dispositivos de dissipação de calor nos LED de alta potência, pois a quantidade de luz emitida pelo LED diminui com o aumento da temperatura;
- Incerteza na fiabilidade/durabilidade quando expostas à intempérie;
- Dados a longo prazo sobre performance fotométrica não existem devido ao estado recente da tecnologia;
- Custos de manutenção ainda pouco quantificados;
- Distribuição da luz e uniformidade de brilho ainda não totalmente optimizados;
- Falta de standardizações e testes de qualidade, resultando numa grande discrepância na qualidade dos produtos LED;
- Dificuldade de produção em massa para reduzir os custos enquanto não houver especificações e standardizações para os LED.

2.3 Marco teórico

O presente trabalho de pesquisa é fundamentado com base no Manual da EDM (2003) que diz que as vantagens da demanda crescente de energia elétrica em áreas urbanas exigem um planejamento eficaz e dimensionamento adequado dos postos de transformação.

Segundo o Manual da EDM (2003):

“O dimensionamento adequado de um transformador é fundamental para garantir a eficiência, a confiabilidade e a segurança do sistema elétrico. E o fornecimento de energia elétrica para um condomínio de edifícios residenciais deve ser dimensionado de acordo com a demanda de energia dos residentes. A lei de conservação de energia é fundamental para garantir que a energia fornecida seja igual à energia consumida”.

Dessa forma o manual de tópicos de dimensionamento de transformadores para sistema de distribuição, busca agregar definições, análise de cargas presentes no sistema de distribuição, métodos para o dimensionamento de transformadores, ferramentas para a análise e comparação de alternativas de forma econômica, passível de ser aplicável não somente a transformadores, mas a qualquer investimento na rede de distribuição. Por outro lado, o manual de montagem de posto de transformação rurais, EDM, fornece material sólido no que tange ao dimensionamento de transformadores e os seus diversos componentes. Todavia a partir das potências estimadas para os transformadores, é possível obter a corrente, a seção do condutor e junto os aparelhos de proteção sem que se faça qualquer observação de cálculos pra encontrar os valores tabelados. Embora o manual de montagens da EDM oferece condições de aplicação prática, para José Eduardo Gaspar Correia descreve que se faça levantamento das cargas ou as demandas, efectuando assim cálculos para definir a potência do transformando e condutores, bem como os equipamentos de proteção e da rede.

2.4 Marco referencial

A nossa pesquisa baseou-se no autor Correia (2022), que em seu estudo abordou sobre o tema dimensionamento de um posto de transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica cujo o projecto surge no âmbito das reclamações de sobrecarga do posto de transformação que está na ordem de 28.88%, como consequência do crescimento da carga. Em sua abordagem a pesquisa, teve como vantagens o dimensionar um novo posto de transformação assim como as duas saídas para alimentar uma parte da carga do actual posto de transformação que se encontra em constante sobrecarga isso dividindo a carga e criando uma reserva de potência nos dois transformadores.

Capítulo III

3 Metodologia

Nesta secção, será abordado a metodologia da pesquisa que culminara com os objectivos traçados. Neste caso apresentamos o tipo da pesquisa, técnicas e instrumentos de recolha de dados

Conforme Marconi & Lakatos (2003:83), “o método é o conjunto de actividades sistemáticas e racionais, que permite com a maior segurança e economia alcançar o objectivo, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

3.1 Tipo de Pesquisa

Segundo Lakatos & Marconi (1987:15), “a pesquisa pode ser considerada um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdade parciais”.

3.1.1 Quanto a Abordagem

Trata-se de uma pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classifica-los e analisa-los. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas. A pesquisa quantitativa utiliza uma metodologia baseada em números, métricas e cálculos matemáticos. Ou seja, todos os dados obtidos a partir da pesquisa podem ser traduzidos numericamente em percentuais. Com esse tipo de método, é possível obter respostas objectivas.

Segundo Knechtel (2014):

“A pesquisa quantitativa é uma modalidade de pesquisa que actua sobre um problema humano ou social, é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objectivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não”.

A pesquisa quantitativa traz uma abordagem de quantificação, ou seja, faz referência com dimensões de intensidade. Nesse sentido, o interesse do pesquisador se orienta por dimensionar, analisar e avaliar a aplicabilidade de recursos ou técnicas ou até mesmo introduzir uma variável na colheita de dados para um registro quantitativo. O método quantitativo baseado no positivismo, por muito tempo assegurou que a análise de resultados

mensuráveis daria maior sustentabilidade às pesquisas, uma vez que se refutava resultados ambíguos, dando maior credibilidade às informações.

Para Minayo (2009:22):

Há a influência do positivismo nas pesquisas sociais uma vez que pressupõe a utilização de conceitos matemáticos para explicar a realidade. A autora afirma ainda que “sua consequência é a apropriação da linguagem de variáveis para especificar atributos e qualidades do objecto de investigação.

3.1.2 Quanto à natureza

Segundo Fonseca (2002:12), “trata-se de uma pesquisa aplicada que objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problema específico. Envolve verdades e interesses”.

Para Thiollent (2009:36):

A pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas actividades das instituições, organizações e grupos. Ela está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Responde a uma demanda formulada por clientes, atores sociais ou instituições.

3.1.3 Quanto aos objectivos

A pesquisa quanto aos objectivos é explicativa, visa identificar os factores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenómenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas. Quando realizada nas ciências naturais requer o uso de método experimental e nas ciências sociais requer o uso do método observacional. Assume, em geral a forma de pesquisa experimental e pesquisa Ex-Post-Facto.

Segundo Gil (2002:29):

As pesquisas explicativas têm como preocupação central identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenómenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente.

Acredita-se que a pesquisa explicativa será de extrema importância na realização deste estudo, pois, permitirá o aprofundamento da realidade, por meio da manipulação e do controlo de variáveis. Neste sentido, o escopo foi identificar qual a variável independente ou aquela

que determinasse a causa da variável dependente do fenómeno em estudo para, em seguida, estudá-lo em profundidade.

3.1.4 Quanto ao procedimento de recolha de dados

3.1.4.1 Estudo de caso

Gil (2008:57), “estudo de caso, quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um poucos objectos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”.

Na mesma senda de ideias, Yin (2005:32), “o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenómeno actual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência”.

3.2 Universo ou População

Para Gil (2003:104), “designa-se Universo ao conjunto de totalidade de indivíduos que apresentam pelo menos uma característica comum, seja ela cidadania, filiação a uma associação, entre outros, cujo comportamento merece analisar (inferir)”.

Mas segundo Lakatos & Marconi (2008:105), “Universo é o grupo mais abrangente de pessoas que você pretende representar com sua pesquisa e resultados”.

Tendo em conta a abordagem supracitada, considera-se o universo da pesquisa todos intervenientes descritos, tais como os técnicos da Electricidade de Moçambique, EP (EDM), Conselho Autárquico da Cidade de Mocuba (CMCM), onde estarão localizados os elementos com características para fornecimento de dados e onde se pode buscar pessoas para comporem a amostra do estudo. Neste caso conta-se com um universo de 25 para a pesquisa.

3.3 Amostra

Segundo Silva & Menezes (2005:32):

Amostra são as pessoas dentro do seu universo que irão responder à pesquisa. Devendo ser uma representatividade lógica e coerente ao universo, mesmo que pequena ou reduzida a amostragem. Importante destacar que as pessoas que você enviou a pesquisa, mas não responderam, não compõem a amostra.

Mas de acordo com Gil (2003:84):

Considera-se Amostra o subconjunto finito de uma população, uma parte seleccionada da totalidade de observações abrangidas pela população, através do qual

se faz um juízo ou inferência sobre as características de uma determinada população.

Assim sendo optou-se por uma amostra de cinco indivíduos. Para tal a amostra seleccionada é probabilística aleatória simples, contexto que segundo Gil (2003:26), “tem seu uso principalmente quando se busca uma amostra na qual todos os representantes do universo tenham probabilidade superior à zero de serem seleccionados na amostra, e por ventura, responder o questionário de pesquisa”.

3.4 Procedimentos

Para elaboração deste projecto de pesquisa, foram servidos de vários procedimentos técnicos. Numa primeira fase desta pesquisa, desenvolveu-se uma abordagem geral do tema, recolhidas informações com a revisão bibliográfica. Tendo se realizado a possibilidade de instalação de equipamentos para atender a demanda e segurança aos futuros moradores em alusão.

3.5 Instrumentos de recolha de dados

Para a execução deste projecto, a recolha de dados recorreu-se a consulta de material e fonte bibliográfica, questionário e entrevista. A pesquisa quantitativa leva em consideração o número, contabilizando a impetuosidade e a periodicidade dos dados, sem ter contacto mais profundo ou pessoal com as respostas.

3.5.1 Questionário

Malhotra (2010:228), "Um questionário é um conjunto formalizado de perguntas para obter informações do entrevistado”.

Gil (2011:86), “O questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações.”

Marconi & Lakatos, (2011:86) “Questionário é um instrumento de colheita de dados, onde o pesquisador envia as perguntas ao grupo pesquisado e recolhe-o depois de preenchido”.

Gil (2011:86), “O questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações.”

Marconi & Lakatos, (2011:86) “Questionário é um instrumento de colheita de dados, onde o pesquisador envia as perguntas ao grupo pesquisado e recolhe-o depois de preenchido”.

Capítulo IV

4 Resultados

É a consequência final de uma série de ações ou eventos expressados e alguns possíveis resultados como vantagens ou desvantagens, ganhos ou perdas.

A potência do Transformador, é o resultado fundamental necessário para atender à demanda de energia dos edifícios residenciais. Essa potência é expressa em kVA (quilovolt-ampere) e é calculada com base na soma das cargas elétricas previstas em todos os edifícios do condomínio. Estimou-se a potência de 250 kVA para o transformador com a tensão de entrada de 33 kV e saída 400 V definidas as tensões de entrada (primária) e saída (secundária) do transformador para garantir que sejam compatíveis com a rede elétrica e as necessidades dos edifícios.

Tabela 10: Viabilidade de implementação de redes de distribuição subterrânea

Número de Inqueridos	Respostas	Percentagem
15	Sim	60%
10	Não	40%
25	-	100%

Fonte: Autor (2023)

Tabela 11: Estudo de levantamento de cargas para atribuição de transformador

Número de Inqueridos	Respostas	Percentagem
20	Sim	80%
5	Não	20%
25	-	100%

Fonte: Autor (2023)

Tabela 12: Qual é o critério para determinação dos componentes do posto de transformação

Número de Inqueridos	Respostas	Percentagem
22	Sim	90%
3	Não	10%
25	-	100%

Fonte: Autor (2023)

Tabela 13: Qual será o impacto do dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em BT de 2023 – 2025, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba, quinta Cajual no bairro 20?

Número de Inqueridos	Respostas	Percentagem
25	Sim	100%

Fonte: Autor (2023)

Tabela 14: A viabilidade da instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o correcto dimensionamento contribuirá para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica ao bairro 20, quinta Cajual em Mocuba

Número de Inqueridos	Respostas	Percentagem
20	Sim	80%
5	Não	20%
25	-	100%

Fonte: Autor (2023)

Infraestrutura e Custos, importante avaliar os custos totais do projeto, incluindo não apenas o transformador e os dispositivos eléctricos, mas também a infraestrutura, como a construção, manutenção e a instalação eléctrica interna dos edifícios. Esses resultados específicos são cruciais para garantir que o posto de transformação atenda às necessidades de fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão para o condomínio de edifícios residenciais de maneira eficaz e segura. Cada projeto pode apresentar requisitos individuais, e é essencial realizar uma análise detalhada para garantir um dimensionamento preciso.

Orçamento

Ordem	Designação	Un	Qtd	Preço Unitário	Valor Total
1	Transformador de 250kVA 33/0.4KV Cobre	Un	1	800 000,00	800 000,00
2	Poste de Madeira Creosotado de 12m, 160-180mm	Un	10	13 432,00	134 320,00
3	Cabo VAV 3x185mm ² +95mm ²	m	15	5 000,00	75 000,00
4	Quadro Eléctrico com Disjuntor de 400A 3 saídas	Un	1	125 689,00	125 689,00
5	Drop Outs 33/200K VP3.2	Un	3	8 500,00	25 500,00
6	Pára-raios "XBE" 36K V polymer- P3.2	Un	3	7 950,00	23 850,00
7	Terminais Cu/Cu de 185mm ²	Un	6	650,00	3 900,00
8	Terminais Cu/Cu de 35mm ²	Un	2	650,00	1 300,00
9	Ligadores Al/Al para conexão a rede de MT 50-120mm ²	Un	12	562,50	6 750,00
10	Isoladores horizontais de passagem c/ pernos curtos	Un	3	2 337,04	7 011,12
11	Isoladores de cadeia de silicone de 33KV	Un	3	2 932,39	8 797,17
12	Link Fusíveis 10A	Un	3	640,00	1 920,00
13	Cobre nu de 35mm ²	m	36	260,00	9 360,00
14	Cabo VAV 3x95mm ² x50mm ²	m	40	1 200,00	48 000,00
15	Base de Alvanaria para assentar o transformador	Un	1	113 000,00	113 000,00
16	Terminais Bimetálicos Al/Cu de 95mm	Un	21	649,94	13 648,74
17	Eléctrodos de terra 2.4mxM16	Un	10	760,60	7 606,00
18	Abraçadeiras ER70C para eléctrodos de terra	Un	34	278,50	9 469,00
19	Condutor PBT /V/PVI 35mm ² (azul)	m	16	602,20	9 635,20
20	Ferro L 80x80x8MM Com 2.6m (alinhamento)	Un	10	7 741,32	77 413,20
21	Ferro L 100x50x6MM Com 3m	Un	3	11 743,50	35 230,50
22	Ferro U 100x50x6MM Com 3m	Un	4	12 917,80	51 671,20
23	Cruzetas L 50x50x5mm com 980mm	Un	20	1 207,36	24 147,20
24	espia completa de Media Tensão	Un	2	1 578,20	3 156,40
25	Tubo PVD 110mm x 4m	Un	1	5 400,80	5 400,80
26	Varão roscado galvanizado M20	Un	2	743,48	1 486,96
27	Parafuso M20 x 350mm (perno roscado)	Un	40	723,00	28 920,00
28	Parafuso olhal M20 x 350mm	Un	10	723,00	7 230,00
29	Porca olhal M20 x 350mm	Un	3	292,51	877,53
30	Anilha de chapa M20	Un	40	57,68	2 307,20
31	Anilha de mola M20	Un	40	68,50	2 740,00
32	Maciço e vedação	Un	1	95 000,00	95 000,00
33	Cabo torçado	m	1500	277,00	415 500,00
34	Poste de madeira 9m	Un	70	4 100,00	287 000,00
Sub-Total					2 462 837,22
Mão-de-Obra (20% Sub-Total)					492 567,44
Iva					472 864,75
Total Global					3 428 269,41

Capítulo V

5 Discussão

Dos resultados obtidos com base no dimensionamento de vários componentes que atenderam a demanda do projecto, verificamos que se seguindo as normas e cálculos implementados ao logo do trabalho serão fiáveis para implantação ou execução deste projecto.

Com relação a tabela 10, 60% dos inquiridos responderam que sim, a viabilidade de implementação de redes de distribuição subterrânea será uma valia no que diz respeito a poluição ambiental e segurança as intempéries, acidentes humanos e contactos directos. Os restantes 40% responderam que não, porque as implementações das redes subterrâneas envolvem custos elevados e muita destruição. Perfazendo os 100% dos inquiridos.

Concordamos com as respostas dos inquiridos pois verificamos na prática que a implementação de redes de distribuição subterrânea é uma valia porque evita a poluição ambiental e permite segurança durante as intempéries, acidentes humanos e contactos directos.

Para a tabela 11, dos 100% inqueridos, 80% diz que sim, é necessário efectuar um levantamento das cargas a que se pretende alimentar e assim se irá obter dados para atribuir um transformador que atende as necessidades levantadas. Dos restantes 20% salienta que não é necessário o levantamento das cargas, pois só se pode alocar um transformador, isso respondera a necessidade levantada.

Concordamos com as respostas dos inqueridos, pois, verifica-se na prática que existem caso de fraco fornecimento de energia eléctrica, devido a taxa de crescimento dos utilizadores.

Auxiliamos as respostas dos inqueridos e a nossa opinião a ideia do autor Correia (2022) que diz o seguinte: Maputo tem vindo a desenvolver rapidamente, quando comparado com número da população projectada no censo de 2005 a 2017.

Da tabela 12, 90% dos inqueridos respondeu que sim, para o critério da selecção dos componentes do posto de transformação, e fundamental calcular para encontrar o equipamento que melhor se adequa as cargas, a corrente de curto-circuito, a queda de tensão, impedância o condutor e suas respectivas características e aplicação. Dos 10% diz que já existem normas para atribuição e não há necessidade de calcular.

Concordamos com as respostas dos inquiridos pois verificamos na prática que de alguns locais onde este levantamento foi efectuado com precisão, tem efeitos positivos.

Auxiliamos as respostas dos inqueridos e nosso posicionamento a ideia do autor Correia (2022), que diz o seguinte:

O dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão, atende a critério como demanda de energia conhecimento das quedas de tensão correntes de curto-circuito, dimensionamento dos condutores juntos os dispositivos de proteção e controle, sistemas de monitoramento para garantir a operação segura do sistema eléctrico. Deve-se considerar a eficiência energética do transformador e dos sistemas eléctricos como um todo para minimizar perdas de energia e otimizar o consumo.

Para o problema de partida, referenciado na tabela 13, dos 100% inqueridos correspondem com o pensamento de que o dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em BT, ira impulsionar o bem-estar do uso das instalações.

Concordamos com as respostas do inqueridos visto que se for normalmente seguida as normas isso trará benefícios a todos intervenientes.

Auxiliamos as respostas dos inqueridos e nosso posicionamento a ideia do autor Correia (2022), que diz o seguinte: O impacto do dimensionamento de um novo posto de transformação de energia eléctrica, compensará ao crescimento da carga como criar reserva de potência para futuros clientes.

Para a tabela 14, dos 100% inqueridos, 80% diz que sim, é necessário fazer um estudo de viabilidade das instalações de postos de transformação da rede eléctrica nacional e fazer um dimensionamento, só assim contribuirá para a fiabilidade, continuidade no fornecimento da energia eléctrica. Dos restantes 20% salienta que não é necessário fazer o estudo, se não implementar directamente o projecto.

Concordamos com as respostas dos inqueridos pois verificamos na prática que o estudo de viabilidade é fundamental para assegurar o bem-estar técnico-económico das instalações e da qualidade de serviço de energia eléctrica.

Auxiliamos as respostas dos inqueridos e nosso posicionamento a ideia do autor Correia (2022), que diz o seguinte: O estudo de viabilidade de energia eléctrica foi e esta sendo um factor de extrema importância para o desenvolvimento do mundo. Como consequência criou, gerou uma dependência aos seus utilizadores da mesma, que dia pois dia cresce o número de clientes.

Capítulo VI

6 Conclusão

O trabalho de pesquisa tem como problema o seguinte: Qual será o impacto do dimensionamento de um posto de transformação para fornecimento de energia em baixa tensão de 2023 – 2025, ao condomínio de edifícios residenciais em Mocuba, quinta Cajual no bairro 20? Os resultados da pesquisa permitiram-nos concluir que o dimensionamento no posto de transformação influenciará nas condições de funcionamento estabilidade de uma rede eléctrica, nomeadamente as características e tipos de equipamentos a usar para garantir a segurança e qualidade.

Os objectivos do trabalho foram alcançados de forma satisfatória porque ao logo do trabalho de pesquisa foi possível identificar os condutores que irão fazer chegar a energia eléctrica aos consumidores e calcular as potências prováveis das habitações e iluminação pública.

Foi confirmada a H1 porque verificamos que a viabilidade da instalação de um posto de transformação da rede eléctrica nacional e o correcto dimensionamento contribuirá para a fiabilidade e continuidade no fornecimento da energia eléctrica e por isso é rejeitada a H0.

Feita a conclusão, sugerimos a EDM o seguinte:

Para a montagem de linhas de Média Tensão que utilize o Manual de Linhas (1) da EDM e Tecnologia de redes Média Tensão. Para montagem de linhas de Baixa Tensão, sugere-se o uso de Manual de Tecnologia de redes Baixa Tensão e que as obras sejam executadas por técnicos qualificados.

Que a EDM cumpra com todas as condições descritas ao longo do projecto, caso seja implementado, disso é que dependerá o bom funcionamento da rede.

Em caso de alguma eventualidade que implique a alteração de algum aspecto durante a execução do projecto, sugere-se que esta alteração esteja em conformidade com os regulamentos das linhas eléctricas. Após o término das obras, sugere-se que um técnico experiente faça a medição das tensões no quadro geral de distribuição e verifique se as tensões não excedem 250/433 V, simples e composta respectivamente, de acordo com o R.S.I.U.E.E. no seu art.º 7, e se excederem, sugere-se que o técnico abra os drop-outs com auxílio da vara de manobras e em seguida mude a posição do tap change do transformador para U_N .

Referências Bibliográficas

Lakatos, & M.; Marconi, M. A. (2003) *Fundamentos metodologia científica*. 5ª.ed. Atlas, São Paulo.

Gil, A. C. (1999) *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5ª.ed. Atlas, São Paulo.

Filho, D. L. L. (2004) *Projecto de Instalações Eléctricas Prediais*. 6ª. Ed. Érica LTDA, Brasil.

Creder, H. (2016) *Instalações Eléctricas*. 16ª. Ed. GEN Grupo Editora Nacional, Rio de Janeiro, RJ.

Filho, J. M. (2017) *Instalações eléctricas industriais*. 9ª. Ed. GEN Grupo Editora Nacional, Rio de Janeiro, RJ.

Martins L. S. Setúbal, março de (2005) *Apontamentos para projecto de instalações eléctricas II*.

Correia, José Eduardo Gaspar (2022) *Redimensionamento de um Posto de Transformação como estratégia para melhorar a qualidade de energia eléctrica no Bairro das Mahotas-Caso de estudo do PT136-Cidade de Maputo*, Maputo, Trabalho para conclusão de curso.

Glover, J. D., Sarma, M. S. & Overbye, T. J. (2012) *Power System Analysis and Design*. 5ª. Ed. Stanford, USA.

Internet

EDM. (2018). *Electricidade de Moçambique*. Obtido em 27 de Novembro de 2022, de EDM - Distribuição: <https://www.edm.co.mz/pt/website/page/distribui%C3%A7%C3%A3o>

Madeira, E. D. (20 de Dezembro de 2019). *ELECTRICIDADE DA MADEIRA*. Obtido em 07 de Novembro de 2022, de EEM: <https://www.eem.pt/pt/conteudo/sistema-eletrico/distribuicao/rede-de-baixa-tensao>

Moçambique, E. d. (2018). <https://www.edm.co.mz/pt/website/page/distribui%C3%A7%C3%A3o>. Obtido de EDM.

Legislação

Regulamento de Licenças de Instalações Eléctricas, Boletim da República de 2021, Decreto n° 60/2021.

RSICEE - Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas. Direcção Geral de Energia 1974.

RSIUEE - Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica. Direcção Geral de Energia 1974.

RSLEAT - Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão. Direcção Geral de Energia 1993.

RSRDEEBT - Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão. Direcção Geral de Energia 1976.

Apêndice

Apêndice A: Questionário

1. Notas Introdutórias

O questionário realizado pretende dar resposta ao seguinte problema de estudo: Qual será o benefício ou impacto do dimensionamento e instalação de um transformador interno para atender a demanda do condomínio?

A importância do questionário advém dos entrevistados pessoas ligadas a área ou com experiência em electricidade.

NB: Serão seguidos todos os procedimentos de tratamento de informação incluindo o sigilo.

2. Dados de Entrevistador

Nome do entrevistador: Juvenal Pinto de Magalhães; Contacto: +25884/86 6118255

Nome do Supervisor: Jechua José Mavoto; Contacto: +25884393548

3. Dados de Entrevistado

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: M () F ()

Nível de Escolaridade: _____ Profissão: _____

Local de Trabalho: _____

Sobre o Questionário

1. Na rede de distribuição em Media tensão, quantos tipos de níveis de tensão estas linhas de distribuição têm?

2. A rede de distribuição de Baixa tensão composta por quantos condutores e quais são as secções dos mesmos?

3. Qual é a secção reservada ao condutor de iluminação pública?

4. Quais são os componentes que fazem parte de uma rede distribuição de BT?

5. Quais são as normas e regulamentos que a EDM, utiliza para alocar um transformador, ou até que nível de potência é admissível para alocar um transformador?

6. Qual critério se utiliza para determinar a potência de um transformador? Quais são os métodos de cálculos usados para definir a capacidade de um transformador?

7. Que tipo de configuração de rede é utilizada pela EDM?

Radial simples; ()

Radial com Recurso; ()

Sistema em anel (com exploração radial); ()

Malhada. ()

8. É viável fazer um estudo de implementação de redes de distribuição subterrânea?

9. Qual é a secção máxima e mínima recomendada para redes de distribuição subterrânea?

10. É necessário fazer um levantamento de cargas pra atribuição de transformador?

11. Existem normas que regem na concessionaria EDM. (leis aplicáveis). Quais são?

Sim () Não ()

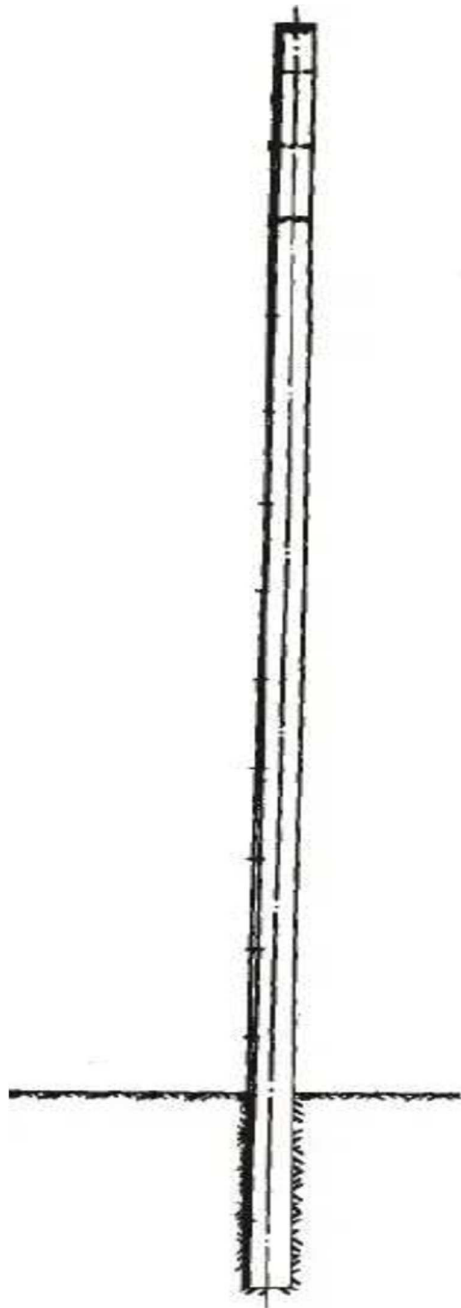
12. Qual é o nível de tensão que a EDM aloca para consumidores de MT sendo para fins de uso residencial.

13. Para que níveis de tensão são necessários para fazer uma baixada particular!

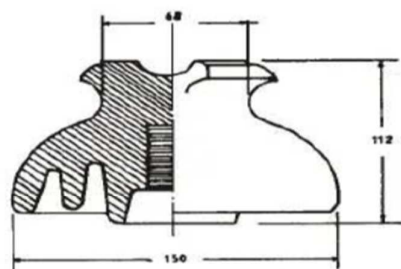
14. A que tipo de categoria se enquadra os consumidores de media e baixa tensão?_____

Anexos

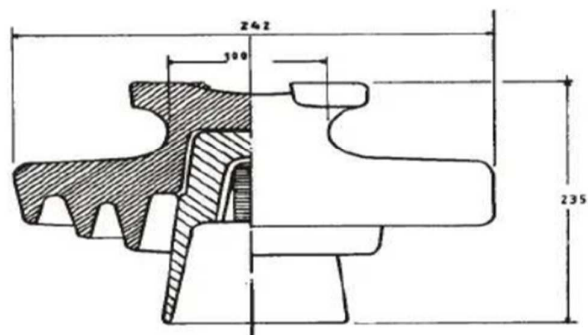
Anexo A: Apoio (Poste)



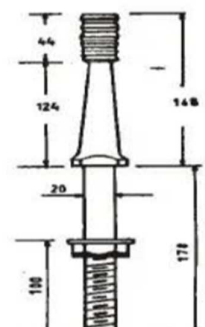
Anexo B: Isoladores rígid e seus componentes



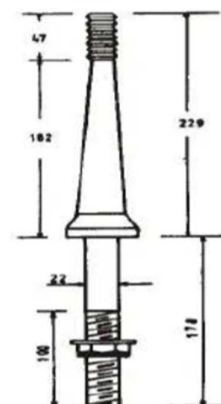
HT-1013 (11KV)



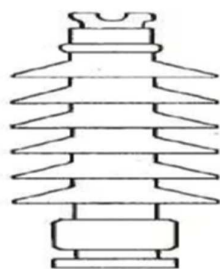
HT-1018 (33KV)



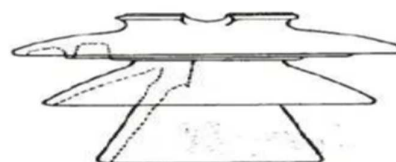
M 2



M 3



STV-35KV



NGK-33KV

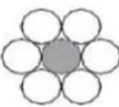
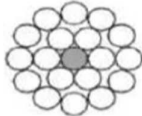
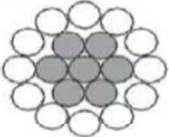
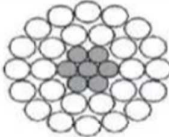
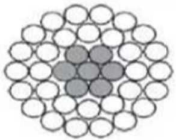
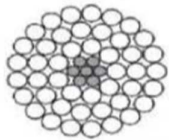
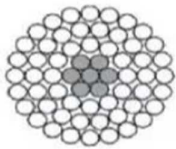
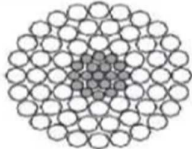


LF 60/5

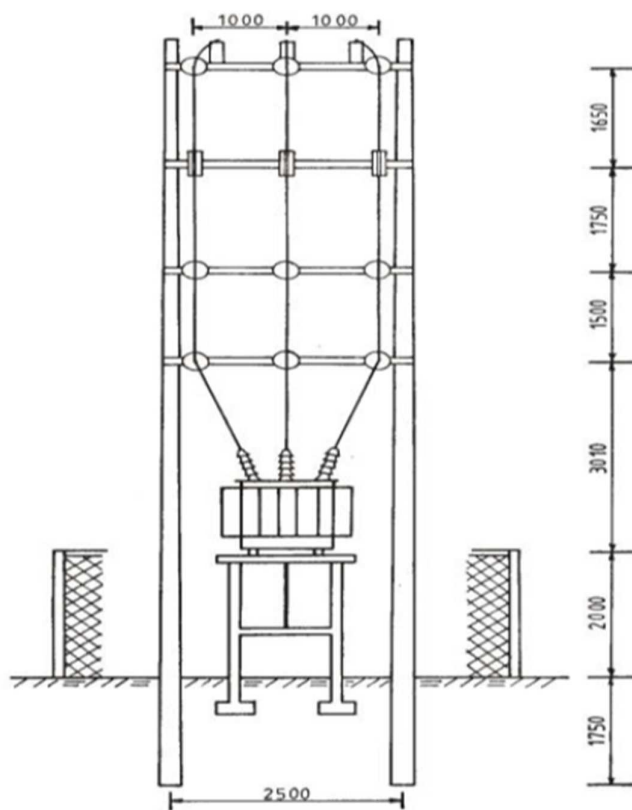
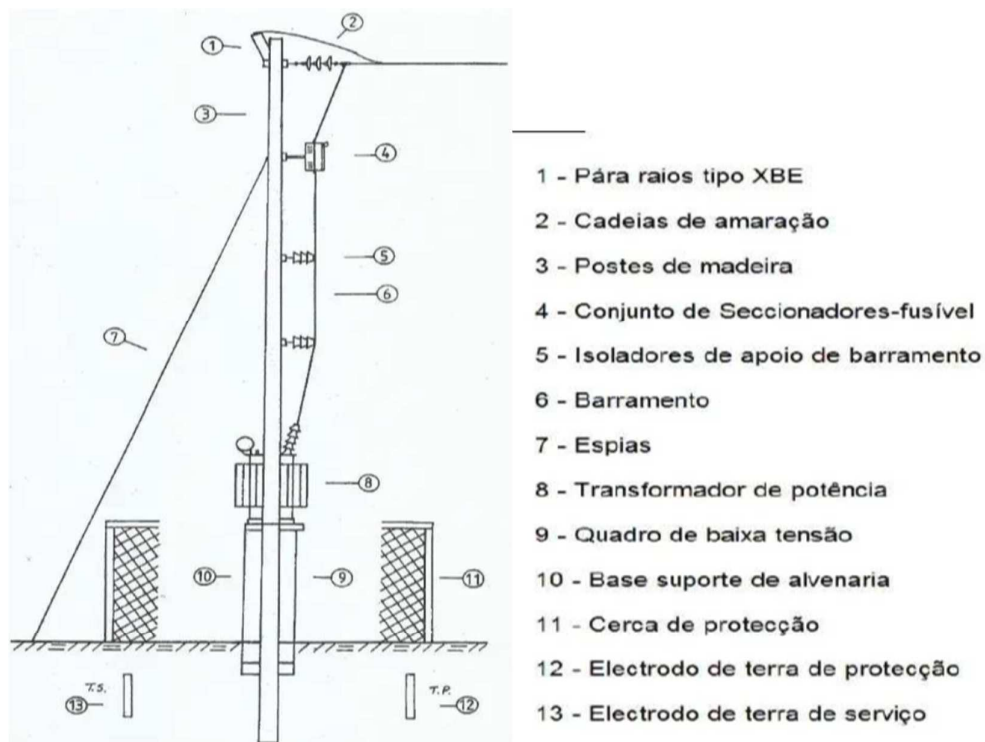


ALH-35KV

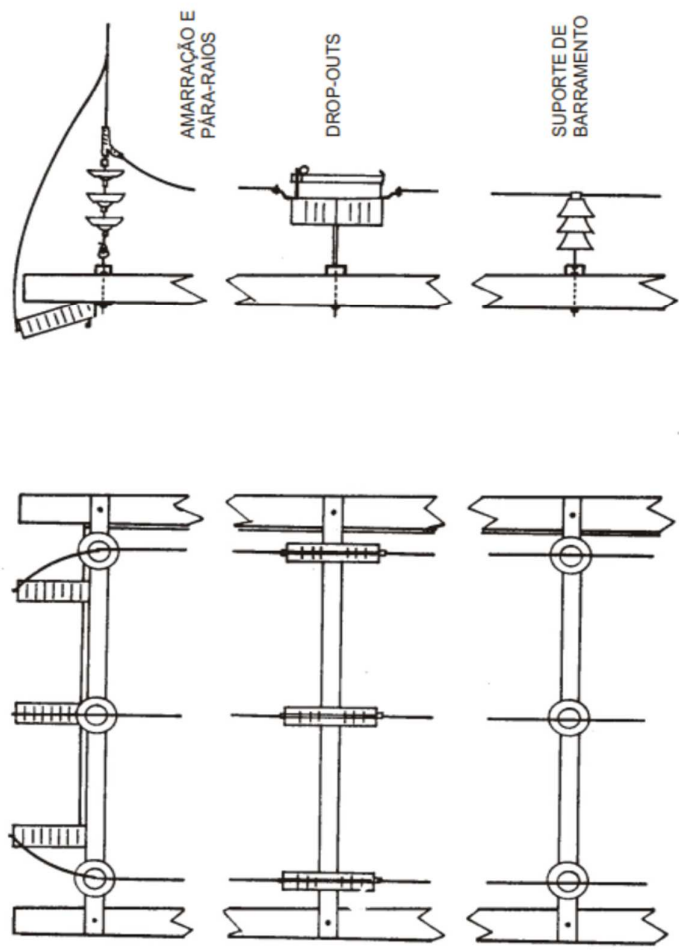
Anexo C: Composição de Cabos ACRS

Composição	Secção Transversal do Cabo	Composição	Secção Transversal do Cabo
<p>6/1 fios</p> <p>(1)+6</p>		<p>18/1 fios</p> <p>(1)+6+12</p>	
<p>12/7 fios</p> <p>(1+6)+12</p>		<p>26/7 fios</p> <p>(1+6)+10+16</p>	
<p>30/7 fios</p> <p>(1+6)+12+18</p>		<p>45/7 fios</p> <p>(1+6)+9+15+21</p>	
<p>54/7 fios</p> <p>(1+6)+12+18+24</p>		<p>54/19 fios</p> <p>(1+6+12)+12+18+24</p>	

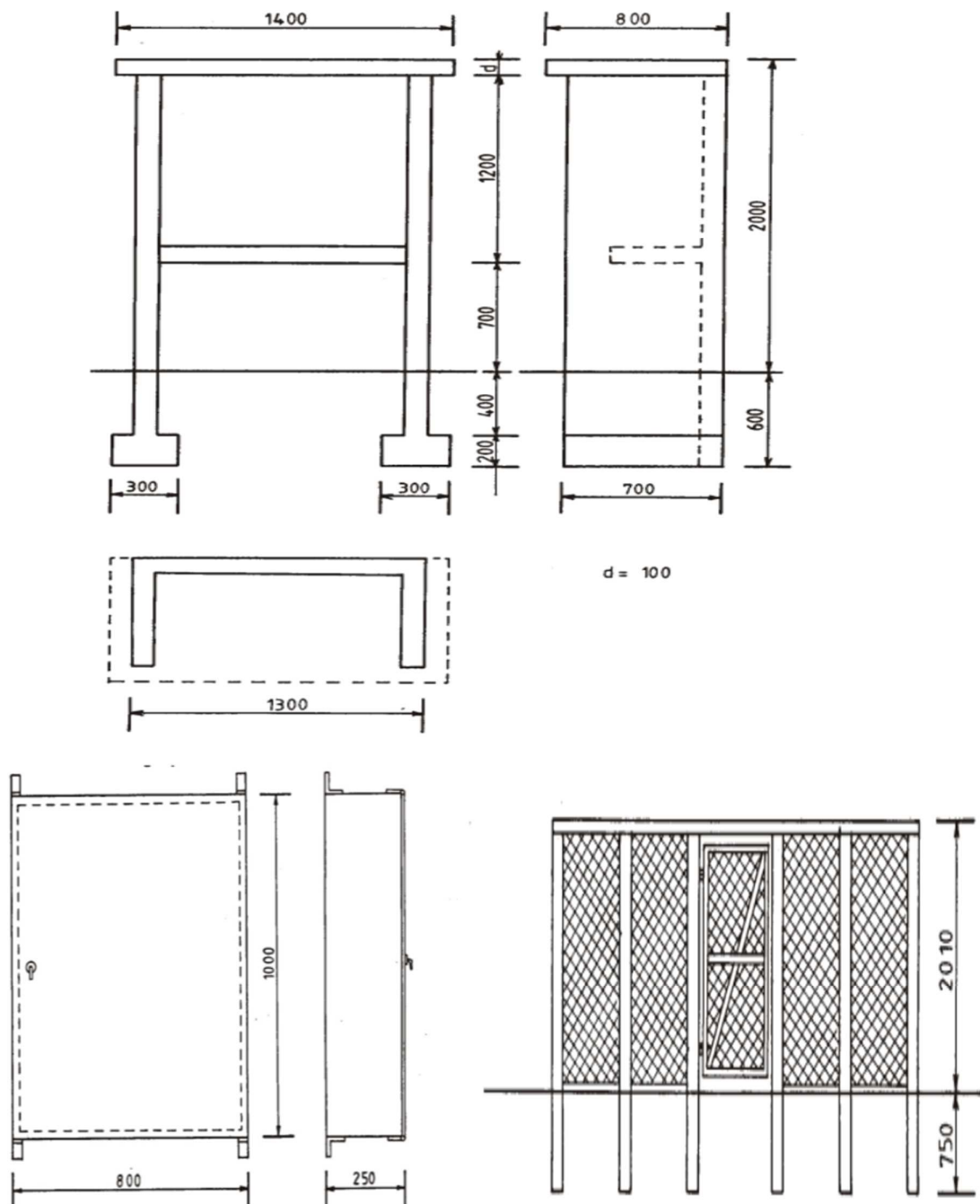
Anexo D: Estrutura do posto de transformação assente em Base de Alvenaria (TIPO M2)



Anexo E: Amarração da Linha de Média Tensão



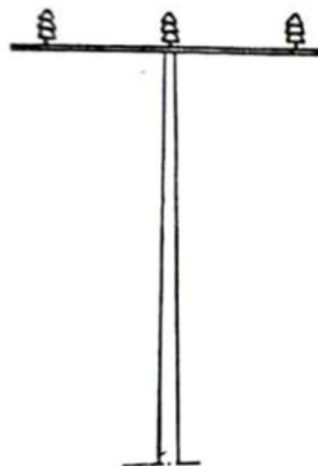
Anexo F: Base de Alvenaria, Armário da baixa tensão e Vedação



Anexo G: Armações desniveladas e Armações complanares



Armação em esteira vertical (rígida em isoladores de eixo horizontal)

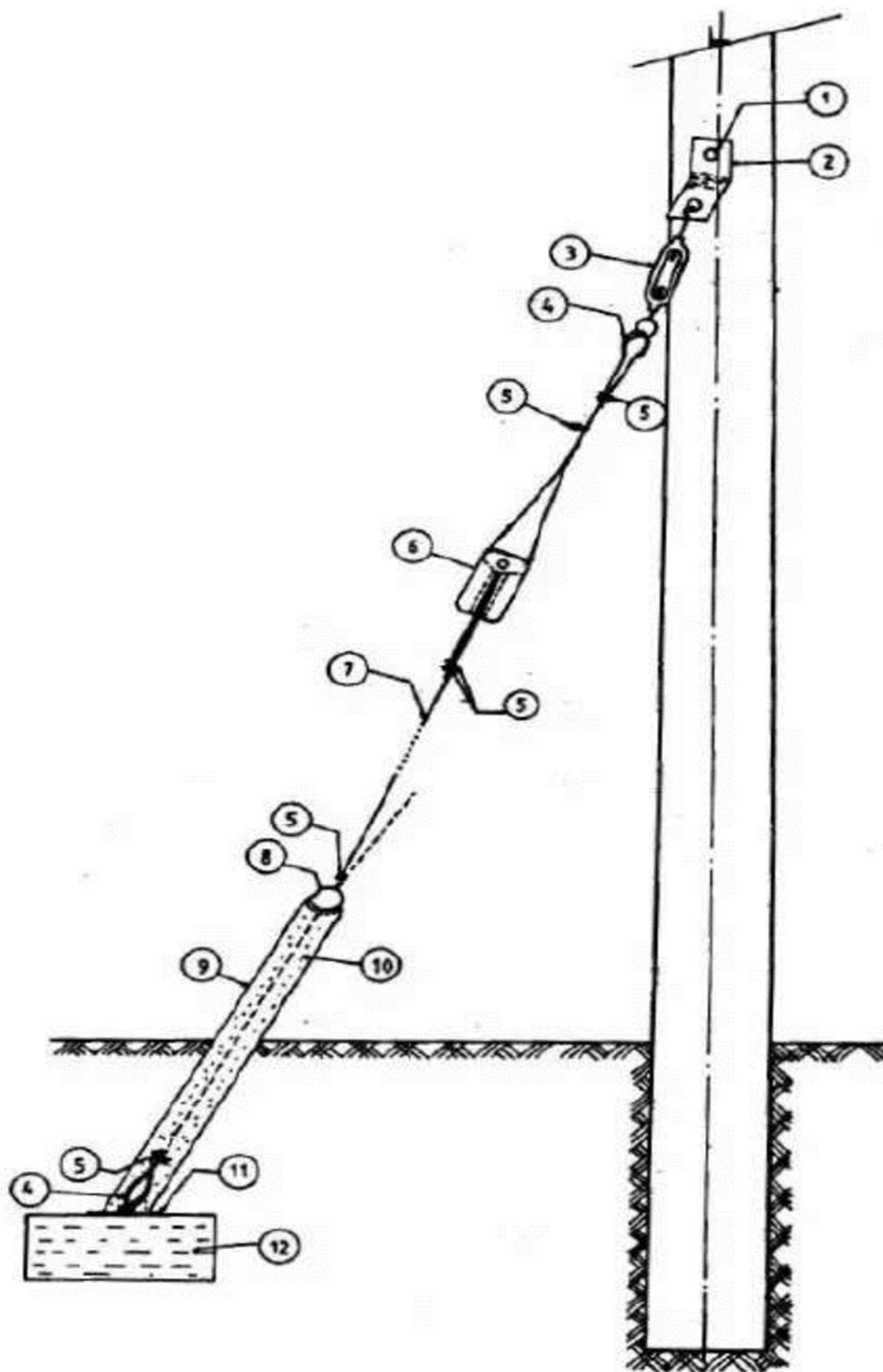


Esteira vertical rígida.

Anexo H: Isolador e Pinça de amarração, Pinça de suspensão e Ligador



Anexo I: Pormenor de Espiamento



Anexo J: Factores de Simultaneidade e Factor de Utilização

Número de instalações de utilização situadas a jusante	Coefficiente de simultaneidade
Até 4	1,00
5 a 9	0,78
10 a 14	0,63
15 a 19	0,53
20 a 24	0,49
25 a 29	0,46
30 a 34	0,44
35 a 39	0,42
40 a 49	0,41
50 e mais	0,40

INSTITUIÇÃO PÚBLICA	FACTOR DE UTILIZAÇÃO
Hospital	0.65 – 0.75
Escola	0.60 – 0.75
Residências domiciliareis rurais	0.75 – 1.00
Indústrias	0.75 – 0.85
Hotéis	0.65 – 0.75

Potencias nominais dos transformadores (KVA)	
50	500
100	630
160	800
200	1000
250	1250
315	1600
400	2000

Anexo L: Factores de correcção para cabos instalados ao ar e factores de correcção para temperaturas

Factores de correcção para cabos instalados ao ar (β)

Número de Cabos	3	6	
Multiplicar os valores da tabela 3 por	Cabos com pequeno afastamento	0,95	0,90
	Cabos encostados	0,80	0,75

Factores de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20 ° c (γ)

Temperatura ambiente ° c		5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores Da tabela 3 por	Tensão nominal até 4,8/7,2 kv	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82
	Tensão nominal 7,2/12 kv	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76

Anexo M: Tabela das Características dos corta-circuitos fusíveis

Intensidade nominal $I_N (A)$	Intensidade convencional de não fusão $I_{nf(A)}$	Intensidade convencional de fusão $I_f(A)$
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504
400	520	640
500	650	800
630	820	1008

Anexo N Tabelas das Características dos disjuntores

Intensidade Nominal (I_N)	Intensidade Convencional de não Fusão (I_{nf})	Intensidade Convencional de Fusão (I_f)
6	7	8
10	11	13
16	16,5	19,5
20	22	26
25	27,5	32,5
30	33	39
40	44	52
50	55	65
60	66	78
80	88	104
100	110	130
125	137	162
150	165	195
200	220	260
250	263	338
315	331	425
400	420	540

Anexo O: Características mecânicas dos condutores ACSR

Designação	Secção Nominal mm ²	Secção equivalente de cobre mm ²	Díâmetro exterior mm	Tensão máxima Kg	Resistência D.C. A 20° C Ω/Km	Carga admissível a 50° C em (A)	Peso de Bobine Kg	Comprimento da bobine m
SQUIRREL	24,44	12,9	6,33	770	1,366	67	280	3 300
FERRET	42,35	25,81	9,00	1 500	0,6760	104	560	3 285
MINK	73,57	38,71	10,98	2 205	0,4540	130	560	2 210
RACCON	91,94	48,39	12,27	2 745	0,3633	150	560	1 770
LEOPARD	148,5	80,65	15,81	4 120	0,2177	200	470	955

DESIGNAÇÃO	PESO POR UNIDADE DE SECÇÃO DO CONDUTOR P _o (KG/MM ² M)	MÓDULO DE ELASTICIDADE E (KG/MM ²)	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR α(°C)	CARGA DE RUPTURA (KG)
Squirrel	3.48*10 ⁻³	8*10 ³	19.1*10 ⁻⁶	806
Ferret	3.48*10 ⁻³	8*10 ³	19.1*10 ⁻⁶	1550
Mink	3.46*10 ⁻³	8*10 ³	19.1*10 ⁻⁶	2223

HIPÓTESE	α	c	q (kg/m ²)	F ₁ (kg/mm ² m)	$F^2 = p_o^2 + F_1^2$ F (kg/mm ² m)
Vento máximo (verão)	0.6	1.2	75	8.04*10 ⁻³	F _v = 8.8*10 ⁻³
Vento reduzido (inverno)	0.6	1.2	18.75	2.01*10 ⁻³	F _i = 4.0*10 ⁻³

Anexo P: Credencial EDM Mocuba

CREDECIAL

O Instituto Superior de Humanidades Ciências e Tecnologias - ISHCT da Universidade Politécnica A Politécnica, credencia o estudante **Juvenal Pinto de Magalhães**, do 4º Ano, 8º Semestre do curso de **ENGENHARIA ELÉCTRICA**, no âmbito de recolha de dados (Entrevista), na empresa Electricidade de Moçambique-**EDM-Mocuba**, para o trabalho de culminação do fim do curso.

O Director do ISHCT

(Mestre, Pedro Mpilimba)

Electricidade de Moçambique E.P.
ÁREA DE SERVIÇO
AO CLIENTE DE MOCUBA

ENTRADA Nº 3.915
EM 10 DE 10 HORAS :
ASSINATURA dp

Anexo Q: Credencial Conselho Municipal da Cidade de Mocuba



INSTITUTO SUPERIOR DE
HUMANIDADES E HUMANIDADES,
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS - ISHCT

CREDECIAL

Vim
U Educação
Para o estudo efetivo
31.10.2022

O Instituto Superior de Humanidades Ciências e Tecnologias - ISHCT da Universidade Politécnica A Politécnica, credencia o estudante **Juvenal Pinto de Magalhães**, do 4º Ano, 8º Semestre do curso de **ENGENHARIA ELÉCTRICA**, no âmbito de recolha de dados (Entrevista), no Conselho Autárquico de Mocuba- **Cidade de Mocuba**, para o trabalho de culminação do fim do curso.

O Director do ISHCT

(Mestre, Pedro Mpilimba)

CONSELHO MUNICIPAL DA CIDADE DE MOCUBA	
ENTRADA N°	675/094/51
RÚBRICA	31.10.22

84/866/18.255

GP
31.10.22
BP

HUMANISMO, RIGOR E PROFISSIONALISMO DESAFIANDO O FUTURO
25 ANOS
Av. Samora Machel, 362 | Quelimane - Moçambique
Tel. +258 24 213 118 | Cel. +258 82 509 6310
E-mail: de@apolitecnica.ac.mz
Website: www.apolitecnica.ac.mz

Anexo R: Mapa Topográfico das Parcelas da Quinta Cajual

