



**Universidade Politécnica
A POLITÉCNICA**

ESCOLA SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**Dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa
Tensão para Alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, (2024)**

Ayanda Jercílio João Cossa

Maputo, Dezembro de 2024



**Universidade Politécnica
A POLITÉCNICA**

ESCOLA SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

Dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de baixa Tensão para Alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, (2024)

Monografia apresentada à Escola Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias – Universidade Politécnica, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Eléctrica.

Supervisor: **Eng.º José Bento Machiana**

Discente: **Ayanda Jercílio João Cossa**

Código: 511666

Maputo, Dezembro de 2024

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho aos meus pais: João Paulo Alberto Cossa e Regina Arlindo Cossa .

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer à Deus onnipotente pela vida e a força que tem me dado. Em segundo lugar, agradecer o apoio incondicional dado pelos meus pais que me apoiaram ao longo desta jornada, sendo que muitas vezes não foi fácil para eles. Aos meus queridos irmãos, quando lhes comunicava a qualquer hora do dia ou da noite sempre prontos e disponíveis para me ajudarem em todas vertentes inerentes ao percurso do meu curso.

Os meus sinceros agradecimentos são direccionados ao meu supervisor: Eng.º José Bento Machiana, pela abertura e paciência demonstrada durante o percurso do trabalho.

A minha gratidão vai ainda aos meus docentes do curso de engenharia eléctrica, pois a aprendizagem só foi possível graças a eles.

Aos colegas de curso que contribuíram em prol do sucesso do meu percurso estudantil.

À minha família em geral que esteve disponível para me ajudar e apoiar, demonstrando interesse por querer saber o meu percurso académico.

Por último, a todos que contribuíram para a concretização dos meus desejos.

PARECER DO SUPERVISOR

Eu **José Bento Machiana**, Supervisor do Trabalho de final de curso do estudante Ayanda Jercílio João Cossa, com o tema Dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, apreciei o trabalho não tendo assinalado incorreções de forma e nem de conteúdo, pois foram observados os procedimentos metodológicos em vigor na Universidade Politécnica para a obtenção do grau de Licenciatura em engenharia eléctrica, por estes motivos considero o presente trabalho de Licenciatura em engenharia eléctrica do candidato apto para ser submetido a avaliação e defesa pública perante o júri nomeado para efeito.

Maputo, Novembro de 2024

Supervisor

(Eng^o. José Bento Machiana)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Ayanda Jercílio João Cossa, declaro por minha honra que esta Monografia nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau académico, constituindo essencialmente o resultado da minha investigação pessoal, feita com base nas referências bibliográficas e nos métodos descritos no texto.

Maputo, Novembro de 2024

(Ayanda Jercílio João Cossa)

RESUMO

A pesquisa intitulada dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, no ano 2024, materializou-se pela pesquisa explicativa com procedimentos técnicos revisão bibliográfica, estudo do campo e abordagem mista. Neste percurso, compreendeu-se o dimensionamento da Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a Zona Bobi, através do levantamento da carga necessária para alimentar a zona, onde se obteve no total de 290 *kVA*, cuja 5 *kVA* é a potência necessária para iluminação pública e 285 *kVA* é a potência total das casas, sendo 138,942 *kVA* para 197 casas do tipo1; 112,2615 *kVA* para 57 casas do tipo 2; e 34,0464 *kVA* para 6 casas do tipo 3. Assim, dimensionou-se os equipamentos eléctricos que vão alimentar a zona Bobi, partindo da potência de posto de transformador de 315 *kVA*, determinada em função da carga necessária da zona de 290 *kVA*. Com este valor da potência, o tipo construtivo de posto de transformação a se instalar é de M2, PT assente em base de alvenaria. Compreende-se ainda a necessidade de 88 apoios de madeira de 9m de altura, valor obtido através do comprimento total das ruas de 3320m e em função de vãos de 40m no máximo. Assim, desenhou-se a planta de distribuição de energia eléctrica. Por fim, concluiu-se que o projecto é de grande complexidade, carecendo fundos de investimento considerável de 8,754,888.38mt. Em função do constatado na pesquisa, sugere-se às instâncias competentes a efectivarem o plano deste projecto de distribuição da energia eléctrica na zona supradita, com vista a se suprir as necessidades da zona que se encontra em via de desenvolvimento.

Palavras chave: Dimensionamento da Rede de baixa tensão, Posto de transformação.

ABSTRACT

The research entitled sizing a low voltage Electricity Distribution Network to supply the Bobi Zone, Santa Rita - Xinavane, in the year 2024, materialized through explanatory research with technical procedures, bibliographic review, field study and mixed approach. Along this path, the sizing of the low voltage electrical energy distribution network to supply the Bobi Zone was understood, by surveying the load necessary to power the area, which resulted in a total of 290 *kVA*, of which 5 *kVA* is the power necessary for public lighting and 285 *kVA* is the total power of the houses, being 138,942 *kVA* for 197 type 1 houses; 112,2615 *kVA* for 57 type 2 houses; and 34,0464 *kVA* for 6 type 3 houses. Thus, the electrical equipment that will power the Bobi Zone was sized, starting from the transformer station power of 315 *kVA*, determined according to the required load of the zone of 290 *kVA*. With this power value, the construction type of transformation station to be installed is M2, PT based on a masonry base. It is also understood the need for 88 wooden supports 9m high, a value obtained through the total length of the streets of 3320m and depending on spans of 40m maximum. Thus, the electrical energy distribution diagram was designed. Finally, it was concluded that the project is of great complexity, requiring considerable investment funds of 8,754,888.38mt. Based on what was found in the research, it is suggested that the competent authorities implement the plan for this project to distribute electricity in the aforementioned area, with a view to meeting the needs of the area that is in the process of development.

Keywords: Low voltage network sizing, Transformer station.

Índice

AGRADECIMENTOS	II
PARECER DO SUPERVISOR	III
DECLARAÇÃO DE HONRA	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIV
CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Delimitação do Tema.....	1
1.3. Problematização.....	2
1.4. Hipóteses.....	3
1.5. Objectivos da Pesquisa	3
1.5.1. Objectivo Geral:	3
1.5.2. Objectivos Específicos:.....	3
1.6. Justificativa	3
1.7. Estrutura do trabalho	4
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	5

2.1. Redes de Baixa Tensão	5
2.1.2. Caracterização Genérica das Linhas aéreas de Distribuição de BT	5
2.1.2.1. Condutores:	6
2.1.2.2. Apoios (postes):	6
2.1.2.3. Isoladores:	6
2.1.3. Estrutura Topológica da Rede de Distribuição	6
2.1.3.1. Rede radial	7
2.1.4. Cálculo da Demanda eléctrica das residências	7
2.1.5. Posto de Transformação (PT).....	7
2.1.5.1. Constituição de Posto de Transformação (PT)	8
2.1.6. Posicionamento e Dimensionamento do Posto de Transformação.....	10
2.1.6.1. Dimensionamento dos dispositivos de protecção	11
2.1.6.1.1. Escolha dos para-raios	11
2.1.6.1.2. Escolha dos disjuntores de baixa tensão e seus respectivos relés.....	11
2.2. Ligação de clientes através da rede aérea em Baixa Tensão	12
CAPÍTULO III- METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO	13
3.1. Descrição da Área de Estudo.....	13
3.2. Abordagem ou método de pesquisa	14
3.3. Quanto aos procedimentos técnicos	14
3.4. Quanto a abordagem.....	15
3.5. Técnicas e Instrumentos de recolha de dados	15
3.6. Técnicas de análise de dados	16

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO, INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	17
4.1. Apresentação e interpretação de dados	17
4.1.1. Dimensionamento das ruas	17
4.1.2. Tipologia do solo para se determinar tipo de postes	18
4.1.3. Caracterização da zona e levantamento de número e tipos de casas	18
4.2. Análise e discussão de dados	19
4.2. 1. Dimensionamento de postes (apoios)	19
4.2. 1.1. Tipos de postes	19
4.2. 1.2. Dimensionamento de vãos	19
4.2. 1.3. Tipos de apoios e o número necessário	19
4.2. 1.4. Número de postes por cada rua	21
4.2. 2. Dimensionamento da carga necessária	22
4.2. 2.1. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 1	22
4.2. 2.2. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 2	22
4.2. 2.3. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 3	23
4.2. 2.4. Somatório da carga de todas casas	24
4.2. 2.5. Cálculo da carga da iluminação pública	25
4.2. 2.6. Cálculo da carga total	26
4.2. 2.7. Posicionamento e dimensionamento de PT	26
4.2. 2.8. Sistema de aterramento	27
4.2. 2.1. Dimensionamento dos cabos e condutores	28

4.2. 2.1. Dimensionamento dos dispositivos de proteção	29
4.2. 3. Quadro orçamental	30
4.3. Discussão de dados	32
CAPÍTULO V- CONCLUSÃO E SUGESTÕES	34
5.1. Conclusão	34
5.2. Recomendações	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	
.....	XXXVI
I	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema típico de um isolador de apoio.....	8
Figura 2: Esquema típico de um isolador de apoio.....	8
Figura 3: Esquema Típico de um isolador de passagem interior	9
Figura 4: Esquema Típico de um disjuntor.....	9
Figura 5: Esquema Típico de um interruptor.....	10
Figura 6: Esquema eléctrico	11
Figura 7: Mapa da zona de Xinavane.....	13
Figura 8: Mapa da zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comprimento das ruas e as que necessitam da iluminação	16
Tabela 2: Número e tipos de casas.....	18
Tabela 3: Tipos de apoios e número necessário.....	19
Tabela 4: Número de apoios por cada rua.....	20
Tabela 5: Carga necessária das cargas.....	24
Tabela 6: Número de postes com iluminação.....	24
Tabela 7: Carga necessária para alimentar a zona.....	25
Tabela 8: Tabela orçamental	29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC- *Aerial Bundled Cables*

APC- Alto Poder de Corte

ASC- Área de Serviço ao Cliente

BT- Baixa Tensão

DEEL- Departamento de Engenharia Electrotécnica

EDM- Electricidade de Moçambique

IP- Iluminação Pública

PT- Posto de Transformação

QGBT- Quadro Geral de Baixa Tensão

RBT- Rede de Baixa Tensão

RSRDEEBT- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão

RSSPTS- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento

RTIEBT- Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

SEP- Sistema Eléctrico de Potência

TUG- Tomadas de Uso Geral

TN- Terra-Neutro

TT- Terra-Terra

T1- Tipo 1

T2- Tipo 2

T3- Tipo 3

LISTA DE SÍMBOLOS

Cos θ - factor de potência

Fu- factor de utilização

Fs- factor de simultaneidade

H- altura total do poste

h- profundidade mínima de enterramento do poste

Iadm- corrente máxima admissível

Icc- corrente de curto-circuito

In- corrente nominal da lâmpada de vapor de sódio

Ip- corrente nominal no primário do transformador

Is- corrente nominal no secundário do transformador

L- comprimento máximo do condutor entre dois aterramentos

Pn- potência nominal da lâmpada de vapor de sódio

PIP- carga da iluminação pública em kW

S- secção geométrica dos condutores

S'- carga a instalar desprezando os factores de utilização e simultaneidade

SAq- carga das instalações de aquecimento

SZona- carga requerida pela zona

Scasas- carga de todas as casas

ScasasT1- carga total das casas do tipo 1

ScasasT2- carga total das casas do tipo 2

ScasasT3- carga total das casas do tipo 3

SCI- carga das instalações de climatização

SCoz- carga das instalações de cozinha

SinsT1- carga a instalar em cada casa do tipo 1

SinsT2- carga a instalar em cada casa do tipo 2

SinsT3- carga a instalar em cada casa do tipo 3

SIT- carga das instalações de iluminação e tomadas de uso geral

SMAq- carga das instalações de máquinas de lavar e/ou secar

Sn- potência nominal do transformador

SIP- carga da iluminação pública em kVA

Un- tensão nominal da lâmpada de vapor de sódio

V_s - tensão nominal secundária entre duas fases

V_p - tensão nominal primária entre duas fases

t - tempo de duração do curto-circuito

ΔV_s - queda de tensão secundária entre fases medida em V

ΔV_p - queda de tensão primária entre fases medida em V

$\Delta V\%$ - queda de tensão medida em %

σ_{Al} - condutividade do alumínio

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO

1.1.Contextualização

Hoje em dia, verifica-se a persistente necessidade de energia eléctrica em diversos aspectos, desde as necessidades mais básicas de luz, passando pelos variados dispositivos electrónicos que temos à disposição. Desta feita, as redes de distribuição de energia eléctrica constituem o elemento fundamental por forma a se obter energia eléctrica à disposição de todos e para as mais diversas necessidades.

Neste âmbito, implementa-se o projecto Energia para Todos, objectivando o acesso à electricidade para mais famílias e empresas a nível nacional, como contributo à electrificação universal de Moçambique. Assim, apoia a expansão do acesso de energia às áreas peri-urbanas e rurais em todo o país, ampliando desta feita a rede eléctrica nacional existente.

Esta acção da ampliação da rede eléctrica que se encontra em processo ainda constitui um sonho em diversas zonas do país, como é o caso da Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, Distrito de Manhiça que ainda não foi alcançada pela expansão da rede eléctrica.

É nesta vertente que a pesquisa estudou o dimensionamento de uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane no ano 2024. Desta feita, o trabalho materializou-se pela pesquisa explicativa com procedimentos técnicos revisão bibliográfica, estudo do campo e abordagem mista. Por meio desta metodologia traçada, compreendeu-se de uma forma geral, o dimensionamento de uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, onde se fez na primeira instância, o levantamentos de carga para o dimensionamento do Transformador para o fornecimento de energia eléctrica, em seguida, dimensionar os equipamentos eléctricos a alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita, com vista a se desenhar o diagrama de distribuição de energia eléctrica na zona supracitada.

1.2.Delimitação do Tema

Socorrendo-se da visão postulada por Marconi e Lakatos (2009), que defendem a delimitação do tema como um processo de especificação que é dado por concluído quando se faz a sua limitação geográfica e espacial, com vista a realização da pesquisa, foca-se o presente trabalho

de pesquisa no estudo sobre dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, no ano 2024.

1.3.Problematização

Considerando a visão sustentada por Gil (2007) atinente ao problema, sugerindo que se formule como pergunta e este procedimento facilita a identificação do que efectivamente se deseja efectivar, nesta pesquisa, formula-se a pergunta do problema precedida pela sua contextualização.

A energia eléctrica é um bem fundamental para toda a sociedade, pois sem ela, diversas actividades realizadas no dia-a-dia que requerem a energia eléctrica não seriam possíveis de se efectuar. Assim, a distribuição de energia eléctrica consiste num processo singular que permite que cada um satisfaça as suas diferentes necessidades, sendo esta, também, a alavanca para alcançar os mais diversos avanços tecnológicos dos nossos dias.

Assim, o Governo de Moçambique implementou o Projecto Energia para Todos, que consiste na expansão da rede eléctrica, fornecendo a energia eléctrica a nível nacional, com financiamento do Grupo Banco Mundial. O Projecto tem por objectivo intensificar o acesso à electricidade para mais famílias e empresas a nível nacional, como contributo à electrificação universal de Moçambique até 2025 definida na Estratégia Nacional de Electrificação (ENE) aprovada pelo Conselho de Ministros a 16 de Outubro de 2018.

Entretanto, a Zona Santa Rita de Xinavane, é uma zona económica em desenvolvimento, porém ainda sem uma rede de distribuição de energia eléctrica para suprir as suas necessidades, emergindo desta feita o interesse de se estudar como distribuir a rede eléctrica a esta zona.

Em função dos problemas arrolados nos parágrafos anteriores, construiu-se a seguinte questão de partida:

Como dimensionar uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane no ano 2024?

1.4.Hipóteses

H0 - Talvez a carga superior a 250 kVA seja o dimensionamento da potência necessária de Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane;

H1 - A Rede de Distribuição de energia eléctrica para alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane não terá uma potência superior a 250 kVA.

1.5.Objectivos da Pesquisa

1.5.1. Objectivo Geral:

- Dimensionar uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão para alimentar a Bairro Santa Rita de Xinavane.

1.5.2. Objectivos Específicos:

- a) Fazer levantamento de carga necessária na zona para o dimensionamento do Transformador para o fornecimento de energia eléctrica;
- b) Determinar os equipamentos eléctricos que vão alimentar a zona Bobi;
- c) Desenhar o diagrama de distribuição de energia eléctrica.

1.6.Justificativa

A escolha do tema *dimensionamento de uma rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane no ano 2024*, assenta-se concretamente no facto de se ter verificado que a Zona Santa Rita de Xinavane, é uma zona de muita circulação dos moradores e económico em desenvolvimento, porém ainda sem uma rede de distribuição de energia eléctrica para suprir as suas necessidades. É neste contexto em que emergiu a necessidade da produção da pesquisa com intuito de dimensionar uma rede de distribuição da energia eléctrica de baixa tensão com vista a facilitar de algum modo ao projecto Energia para todos, na electrificação da zona Bobi do Bairro supradito, aliando ao pressuposto de que a energia eléctrica é muito importante para desenvolvimento humano e da sociedade, sem ele não será possível suprir melhor a vida.

O motivo da escolha da zona supradita, subjaz pelo facto de ser o lugar em que se nota que a comunidade está em via de desenvolvimento e cada vez mais com crescente número da população surgindo assim pequenos e médios empreendimentos, entretanto carecendo da energia eléctrica.

A relevância da pesquisa na comunidade é de proporcionar a distribuição da rede eléctrica que irá facultar o desenvolvimento e o surgimento de pequenos e médios empreendimentos que têm surgido no povoado que necessita da energia eléctrica.

Esta pesquisa também será relevante na ciência, dado que, os pesquisadores emergentes inspirar-se-ão nela para prosseguirem com as suas actividades investigativas ligadas à solução de dimensionamento de uma rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão.

Com esta investigação, para o pesquisador na qualidade de se formar na engenharia eléctrica, acrescerá conhecimentos relativos ao dimensionamento de uma rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão.

1.7.Estrutura do trabalho

Importa referir que, esta pesquisa está estruturalmente organizada em seis partes básicas: a primeira parte circunscreve-se ao capítulo introdutório no qual se apresenta a delimitação do tema da pesquisa, a problematização, hipóteses, objectivos e a justificativa; a segunda parte apresenta o referencial teórico que abarca a revisão da literatura sobre o dimensionamento de uma rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão e conceptualização das expressões e palavras-chave, outra parte subsequente, preenchida pelas metodologias que tornarão possível e dinâmico o desenvolvimento da pesquisa; apresentação, análise e interpretação de dados; e finalmente a última parte referente às referências bibliográficas em uso.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Redes de Baixa Tensão

As redes de BT, no que concerne ao tipo construtivo, podem ser aéreas ou subterrâneas. As redes aéreas são utilizadas em zonas rurais e semiurbanas, enquanto as redes subterrâneas são usadas em zonas urbanas. A rede de distribuição de energia eléctrica de BT é composta por uma grande diversidade de elementos, onde cada um apresenta um objectivo específico que vai desde a canalização, passando pela aparelhagem de protecção (Preza de Araújo, 2011).

As redes de distribuição de BT são normalmente constituídas por cinco condutores, onde quatro destinam-se à distribuição de energia e o quinto condutor, de secção mais reduzida em relação aos restantes, é reservado à iluminação pública. Para o artigo 1 do Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em BT, uma rede de distribuição em BT é uma “instalação eléctrica (em que o valor eficaz ou constante da tensão não exceda em corrente alternada 1000V ou em corrente contínua 1500V) destinada à transmissão de energia eléctrica a partir de um posto de transformação ou de uma central geradora até às portinholas, constituída por canalizações principais e ramais” (Macabaça, 2022).

2.1.1. Redes aéreas

As redes aéreas muitas das vezes, são utilizados cabos isolados com condutores de alumínio, agrupados em feixe cablado, denominados cabos torçados, apoiados em postes.

Os traçados principais das redes BT são implementados através do uso dos condutores em torçada de alumínio, onde as secções dos condutores variam consoante a carga associada ao circuito e a distância das cargas a alimentar. As secções normalizadas são: LXS 4x25+16mm², LXS 4x50+16mm², LXS 4x70+16mm² e LXS 4x95+16mm² (Preza de Araújo, 2011).

2.1.2. Caracterização Genérica das Linhas aéreas de Distribuição de BT

As linhas aéreas de Baixa Tensão são constituídas pelos seguintes elementos: condutores, apoios; isoladores; (EDM, 1988).

2.1.2.1. Condutores:

Segundo Macabaça (2022), os condutores definem-se como sendo elementos cuja função é conduzir a energia eléctrica, podendo ser constituídos por um fio, ou por um conjunto de fios que podem ser de cobre, alumínio e alumínio/aço. No entanto, existem diferentes tipos de condutores sendo eles: Condutor isolado: condutor revestido por uma ou várias camadas isolantes; condutor nu: condutor sem isolamento exterior; condutor unifilar: condutor constituído por um só fio; condutor multifilar: condutor constituído por vários fios não isolados.

2.1.2.2. Apoios (postes):

Os apoios definem-se como sendo elementos cuja função é suportar os condutores, podendo ser metálicos, de betão armado ou de madeira. Regra geral, os apoios de BT são de betão ou em madeira. Um outro aspecto importante é a altura dos apoios sendo esta variável, dependendo da topografia do terreno e dos obstáculos que a linha tenha a atravessar. Tipos de apoios segundo Preza de Araújo (2011):

De derivação: apoio onde se estabelecem uma ou mais derivações de linha;

De alinhamento: estabelece os dois vãos adjacentes estão no prolongamento um do outro;

De ângulo: apoio situado num ângulo de linha originado por dois alinhamentos diferentes;

De fim de linha: apoio capaz de suportar o esforço total dos condutores de um só lado da linha;

Apoio de reforço: apoio que suporta esforços capaz de reduzir as consequências negativas, em caso de ruptura de um cabo ou condutor;

Apoio de travessia ou de cruzamento: apoio que limita um vão ou cruzamento. Apoios utilizados para fazer cruzamentos de linhas.

2.1.2.3. Isoladores:

Os isoladores evitam a passagem de corrente eléctrica do condutor para o apoio. Nas linhas de BT é aplicado um isolador (campânula) (Preza de Araújo, 2011).

2.1.3. Estrutura Topológica da Rede de Distribuição

A estrutura da rede é das principais características de uma rede de distribuição, isto porque numa situação de defeito, a rede de distribuição pode ter de ser configurada, com o propósito da interrupção de fornecimento de energia afectar o menor número de clientes, pelo menor tempo

possível. A estrutura da rede deve assegurar a segurança das pessoas e bens e atingir um nível satisfatório de qualidade de serviço (EDM. 1988).

2.1.3.1. Rede radial

A rede radial baseia-se a partir de um ponto de alimentação e por linhas que vão-se ramificando, sem jamais se encontrarem num ponto comum. Esta estrutura topológica apresenta o menor custo inicial, sendo aplicada na distribuição.

Este tipo de tipologia insere-se tradicionalmente numa zona rural e a energia transitada/vendida é menor, devido à baixa densidade de cargas, o que implica um retorno de investimento lento (Macabaça, 2022).

2.1.4. Cálculo da Demanda eléctrica das residências

Segundo (RTIEBT), recomenda-se que as instalações de utilização a estabelecer em locais residenciais ou de uso profissional sejam dimensionadas com base nos valores mínimos seguintes:

- a) Para instalações de iluminação e tomadas para usos gerais: 25 VA/m²;
- b) Para instalações, fixas ou não, de climatização ambiente eléctrica: 80 VA/m².

Segundo o disposto em 803.2.4.3.1 das Regras Técnicas PARTE 5 / Secção 51 (Edição de 2000), para o cálculo das instalações com receptores trifásicos, as alimentações devem ser trifásicas e o valor mínimo das potências a considerar no dimensionamento deve ser: 10,35 kVA, em trifásico (15 A, em 400V). Considerando uma de 380/220 V, os valores das potências mínimas a considerar no dimensionamento serão:

- 3,3 kVA, em monofásico (15 A), em locais de 1 compartimento;
- 6,6 kVA, em monofásico (30 A), em locais de 2 a 6 compartimentos;
- 9,9 kVA, em monofásico (45 A), em locais com mais de 6 compartimentos;
- 9,9 kVA, em trifásico (15 A), para instalações com receptores trifásicos.

2.1.5. Posto de Transformação (PT) de baixa tensão

Tipicamente, num PT encontram-se os transformadores, que fazem a redução de MT para BT, bem como a aparelhagem de protecção, de seccionamento e medida. Desta forma, o princípio de funcionamento de um PT tem por base o primário do transformador que é alimentado pelo cabo

trifásico em MT, e, por sua vez, pelo secundário sai um cabo com três fases e neutro em BT, o qual se destina a alimentar os vários lotes incluídos existentes (Preza de Araújo, 2011).

Os postos de transformação e os compartimentos onde se encontram os transformadores devem ser devidamente ventilados. Assim, deve haver uma entrada de ar frio, perto do transformador e junto ao solo, e uma saída de ar aquecido, junto à cobertura (EDM. 1988).

2.1.5.1. Constituição de Posto de Transformação (PT)

Um PT é constituído por 5 tipos de elementos essenciais, entre eles:

Isoladores de apoio

As figuras 1 e 2, ilustram isoladores típicos de apoios de um PT.

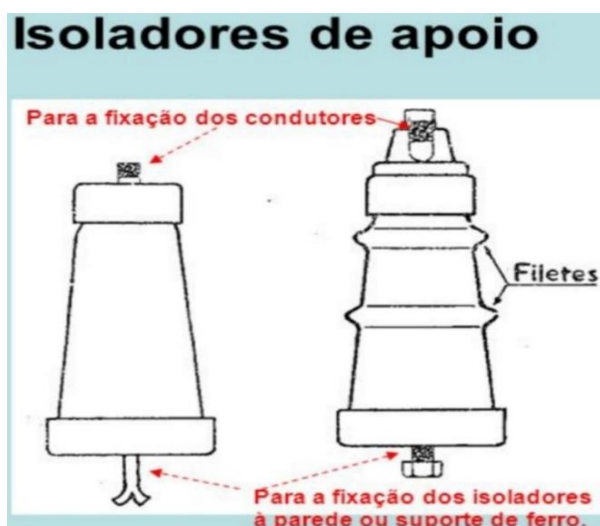


Figura 1. - Esquema típico de um isolador de apoio para PT de baixa tensão [Preza de Araújo, 2009]



Figura 2. - Esquema típico de um isolador de apoio para PT de baixa tensão [Preza de Araújo, 2009]

Os disjuntores são interruptores cuja abertura do circuito se pode fazer automaticamente, protegendo os circuitos de sobreintensidades.

Órgãos de seccionamento - Interruptores:

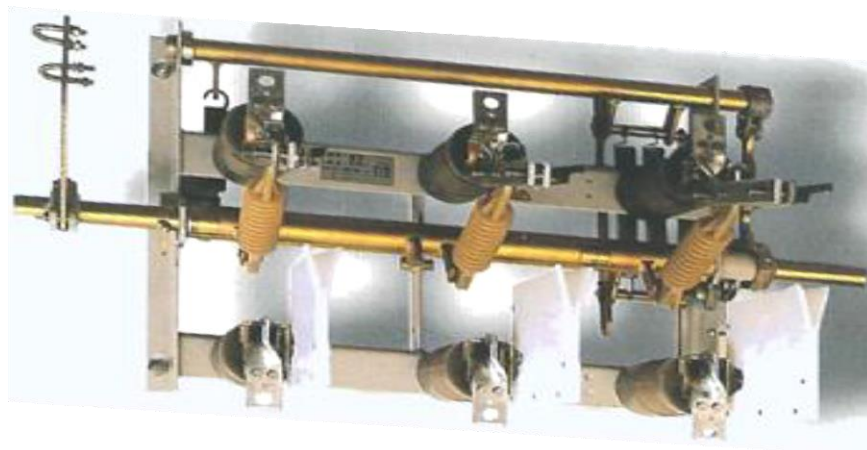


Figura 5. - Esquema típico de um interruptor típico para PT de baixa tensão [Preza de Araújo, 2009]

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

Os seccionadores são aparelhos destinados a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não terem poder de corte garantido, não devem ser manobrados em carga. Deste modo, os seccionadores devem ser manobrados apenas após a corrente ter sido desligada por um interruptor (Macabaça, 2022).

2.1.6. Posicionamento e Dimensionamento do Posto de Transformação

As potências dos PTs que o Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM contempla são de 30, 50, 100, 160, 200, 250 e 315 kVA com os níveis de tensão 6,6/0,4; 11/0,4; 22/0,4 e 33/0,4 kV, (EDM, 1988)

De acordo com a prática da EDM, existem 3 tipos construtivos de postos de transformação (PTs) mais usuais:

PTs em poste de betão (Tipo B): destina-se fundamentalmente a alimentar pequenos consumidores com uma potência até 30 kVA;

PTs em pórtico de madeira (Tipo M1): para consumidores com potência até 100 kVA;

PTs assentes em base de alvenaria (Tipo M2): transformadores com peso superior a 1200 kg, ou no geral, com potência superior a 100 kVA.

2.1.6.1. Dimensionamento dos dispositivos de protecção

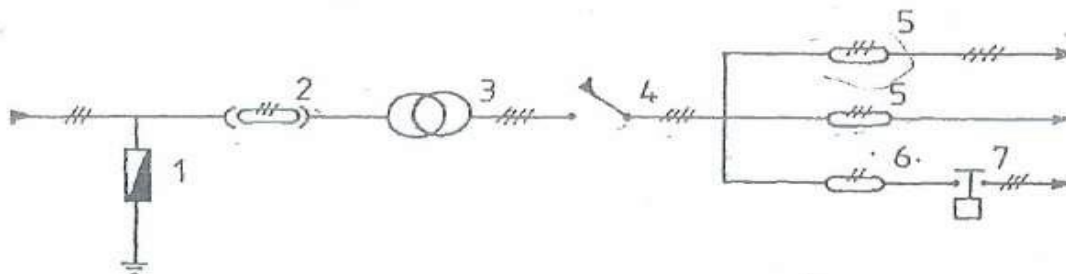


Figura 6: Esquema eléctrico da ligação do transformador com os dispositivos de protecção (Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM).

Onde: 1 – Para-raios, 2 – Drop-outs, 3 – Transformador de potência MT/BT, 4 – Disjuntor de BT, 5 – Fusíveis APC de BT, 6 – Fusíveis da iluminação pública, 7 – Contactor da iluminação pública.

Os para-raios destinam-se à protecção contra as sobretensões de origem atmosférica. Os drop-outs fazem a protecção contra os curto-circuitos e também executam o corte visível da instalação e base de fusíveis e o disjuntor de baixa tensão protege o transformador de todos os efeitos da rede à sua jusante. Ele garante a protecção do transformador das sobrecargas (Macabaça, 2022). A protecção individual das saídas de BT é feita por fusíveis de Alto Poder de Corte (APC).

2.1.6.1.1. Escolha dos para-raios

A tensão nominal dos para-raios a instalar num PT deve ser em função do nível de tensão da rede e no seu regime do neutro (RTIEBT, 2005). Assim, obedecerá a seguinte fórmula:

$$R_p = h \times \tan \alpha$$

Onde h é a altura em metros, α o ângulo em graus e R_p é raio de protecção.

2.1.6.1.2. Escolha dos disjuntores de baixa tensão e seus respectivos relés

Pode se usar relés regulados do tipo R-630 e disjuntores da marca SACE do tipo SN-630 com tensão de fabrico de 660 V e poder de corte simétrico a 400 V variado de 15 a 50 kA.

2.2. Ligação de clientes através da rede aérea em Baixa Tensão

Entre a fronteira da rede BT e a instalação do cliente existem ligadores de saída dos fusíveis na portinhola. Nos casos em que, excepcionalmente e por indicação da EDM, Distribuição, se puder dispensar a instalação da portinhola, o limite da rede de distribuição termina nos ligadores de entrada do contador ou nos ligadores de entrada do quadro de colunas do edifício.

Assim, o cliente é responsável por toda a instalação a jusante dos ligadores de saída da portinhola, incluindo o tubo de protecção e os condutores de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem, os ligadores dos condutores, a caixa de contagem e a ligação entre a mesma e o quadro de entrada da sua instalação. Pertence ao cliente, as instalações colectivas do edifício e respectivas entradas situadas a jusante dos ligadores de saída da portinhola, dos ligadores de entrada do contador (Macabaça, 2022).

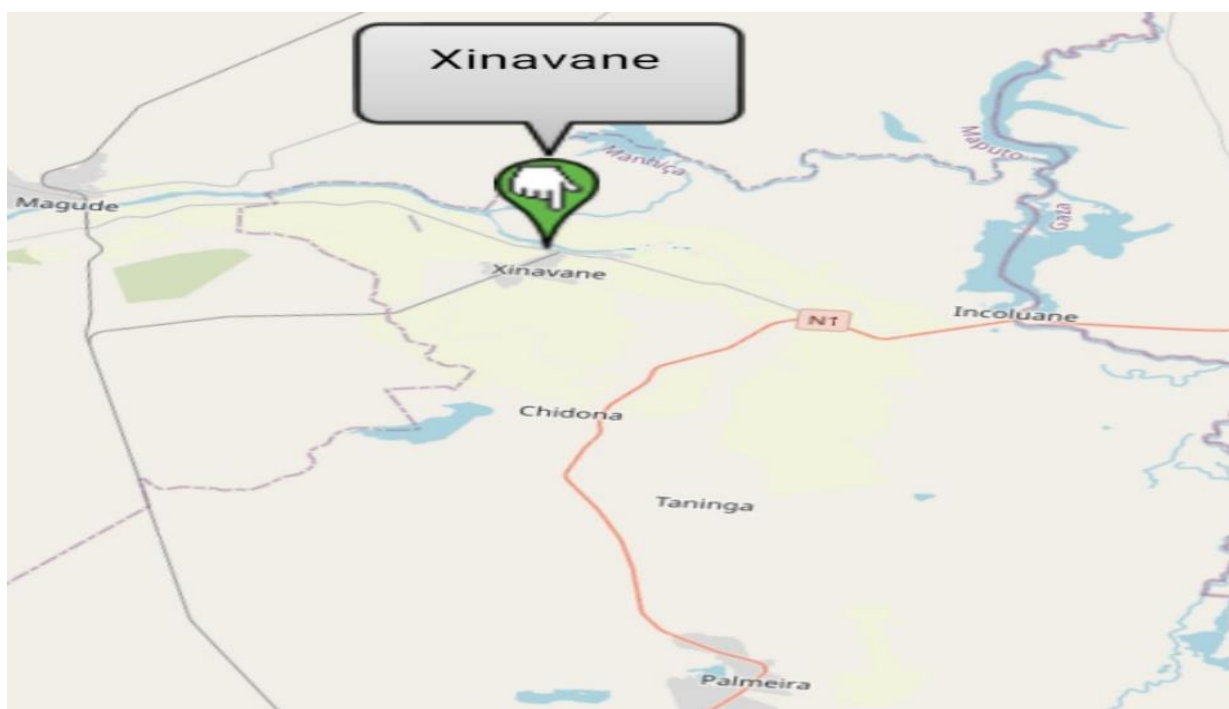
Ligação a clientes através da rede aérea: Este tipo de ligação tem a vantagem de ter custos de implementação mais baixos, mas apresenta a desvantagem de estar exposta a agentes externos (fenómenos climatéricos, queda de árvores, etc.) que põem em causa o bom funcionamento da rede (RTIEBT, 2005).

CAPÍTULO III- METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

3.1. Descrição da Área de Estudo

É de referir que o estudo foi efectivado na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane que tem limites a Norte e Este com a Zona de Cuenga; a Sul com a Zona Choanine e Oeste com Cautsana. A zona tem uma superfície de 839 km² e uma população recenseada em 2019 de 1 059 habitantes, tendo como resultado uma densidade populacional de 1,3 habitantes/km². A zona apresenta 260 casas e uma escola do Ensino Primário.

Figura 7. Mapa da Zona de Xinavane 2024



Fonte: google Earth (2024)

Figura 8. Mapa da Zona Bobi do Bairro Santa de Xinavane 2024



Fonte: google Earth (2024)

3.2. Abordagem ou método de pesquisa

Quanto aos objectivos, a pesquisa é explicativa, que se assenta em identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenómenos, ou seja, este tipo de pesquisa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos (Gil, 2007).

Assim, a presente pesquisa possibilitou explicar de uma forma detalhada como dimensionar uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane.

3.3. Quanto aos procedimentos técnicos

Antes da recolha dos dados fez-se uma **revisão bibliográfica**, na qual tornou fundamental para a elaboração do projecto, um estudo aprofundado acerca do tema, que consistiu em constantes leituras em manuais, regulamentos de Instalações Eléctricas, revistas, entre outros materiais já concluídos que versam sobre dimensionamento de uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de Baixa Tensão. Deste modo, trata-se de uma pesquisa bibliográfica em que a consulta bibliográfica permitiu orientar o levantamento dos recursos necessários e as fórmulas do cálculo da respectiva carga essencial para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita.

Pautou-se pela **pesquisa de campo**, que se concentra num estudo que busca a informação numa entidade bem definida como uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação (Gil, 2007).

Neste caso, consistiu em visitas à zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane em que se dimensionou uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão, onde se solicitou dados referentes ao comprimento das ruas dos quais se calculou o número de postes e dos comprimentos dos vãos e dados referentes ao número e tipos de casas, de instituições públicas e de outros estabelecimentos da zona, dos quais se calculou a potência da rede de distribuição necessária para suprir a demanda local.

3.4. Quanto a abordagem

Na perspectiva de Pradanov e Freitas (2013) a pesquisa pode ser qualitativa, quantitativa ou mista (quantitativa e qualitativa), referindo que a pesquisa mista fornece uma compreensão abrangente holística das questões da pesquisa por meio da integração por abordagens quantitativas e qualitativas. Permite a triangulação de fontes de dados, aumentando a validade e a confiabilidade dos resultados.

Desta feita, na pesquisa, deu-se primazia à abordagem mista, pois possibilitou estudar profundamente o dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane.

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolha de dados

Na primeira instância, recorreu-se à entrevista, definida por Marconi e Lakatos (2009), como sendo o encontro de duas pessoas permitindo que uma obtenha informação acerca de um determinado assunto. Afirmam ainda que é a conversação com a finalidade de obter determinadas informações. Possibilita a recolha de dados subjectivos, além de ampliar as possibilidades de compreensão da realidade. Para a materialização da mesma, recorreu-se à entrevista semiestruturada materializada pelo guião de entrevista aplicado ao chefe de quarteirão e blocos com vista a fornecerem dados relativos à delimitação da zona, ruas locais para o posterior cálculo do número de postes e dos comprimentos dos vãos e dados referentes ao número e tipos de casas, instituições públicas e de outros estabelecimentos da zona, para que a partir destes se calcule a potência da rede de distribuição necessária. Nesta vertente, com base aos dados obtidos da entrevista, fez-se:

- I. Cálculo da carga necessária da zona para determinar a potência da rede eléctrica
- II. Dimensionamento de Postes de Transformação (PT)
- III. Dimensionamento de postes (Apoio)
- IV. Dimensionamento de cabos de condutores
- V. Dimensionamento dos dispositivos da protecção
- VI. Escolha da estrutura topológica de distribuição
- VII. Caracterização das fontes da alimentação

3.6. Técnicas de análise de dados

Para se efectivar a análise de dados, aplicou-se à técnica de análise estatístico e de conteúdo, a última concebida como aquela que parte de uma série de pressupostos, os quais, no exame de um texto servem de suporte para captar o seu sentido simbólico (Andrade, 2010). Com base nesta técnica, captou-se de forma dinâmica a ligação entre os pressupostos teóricos aqui avançados e os resultados obtidos sobre dimensionamento de uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane.

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO, INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Dada a natureza académica deste trabalho, procurou-se, através de uma narrativa simples e concisa, apresentar e discutir os resultados obtidos do trabalho de pesquisa de dimensionamento de uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, Distrito de Manhica, Província de Maputo. Importa referir que os dados em apresentação constituem fruto da recolha de dados no local acima referido com base na observação e entrevista aplicada ao chefe de quarteirão com vista a fornecerem dados relativos à delimitação da zona, ruas locais para se calcular o número de postes e comprimentos dos vãos e dados referentes ao número e tipos de casas para se calcular a potência da rede de distribuição necessária.

4.1. Apresentação e interpretação de dados

4.1.1. Dimensionamento das ruas

No âmbito de levantamento das ruas da zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, procurou-se saber na primeira instância do chefe de quarteirão sobre o número de ruas existentes na zona, onde referiu na totalidade de 17 ruas, sendo 10 principais e 7 não principais, segundo o seu depoimento: *a zona tem 17 ruas, onde 10 ruas são principais e 7 não são principais, pois se caracterizam como becos , mas gostaríamos de ter lâmpadas nas seguintes ruas mais principais e movimentadas rua 1, 6, 7 e 10.* Em seguida, procedeu-se com as medições das mesmas em função da possibilidade da eletrificação, como ilustra a tabela 1:

Tabela 1. Comprimento das ruas e as que necessitam da iluminação

Ruas	Comprimentos	Ruas que requerem iluminação
1	650m	Com iluminação
2	140m	
3	237m	
4	155m	
5	89m	
6	250m	Com iluminação
7	229m	Com iluminação

	8	86m	
	9	100m	
	10	138m	Com iluminação
	11	150m	
	12	129m	
	13	200m	
	14	191m	
	15	178m	
	16	185m	
	17	66m	
Total	17	3173 m	4

Fonte: autor (2024)

Para além de levantamento de número das ruas, mediu-se a distância que separa a zona da rede de média tensão, tendo se verificado uma distância de 147 metros. Assim, somou-se a distância da rede de MT e a zona com o número total de comprimento das ruas: $147+3173=3320\text{m} = 3,320\text{km}$

4.1.2. Tipologia do solo para se determinar tipo de postes

Observou-se ainda que o solo da zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane é árido, mas mesmo assim, para se ter a máxima certeza com vista a se determinar tipo de postes ideais a se implantar na zona, perguntou-se ao chefe de quarteirão sobre a caracterização do solo onde afirmou o seguinte: *o solo desta zona muita das vezes é seco, mas na época chuvosa é húmido.* Assim, constatou-se que o solo é árido apesar de se apresentar em certo momento húmido.

4.1.3. Caracterização da zona e levantamento de número e tipos de casas

Direccionou-se a questão ao chefe de quarteirão sobre a caracterização da zona e número, tipo de casas, onde afirmou o seguinte: *esta zona Bobi do Bairro Santa Rita é muito movimentada, e casas apertadas. Segundo os dados que tenho de levantamento de casas, a zona tem no total de 260 casas, sendo 197 casas do tipo 1; 57 casas do tipo 2 e 6 casas do tipo 3.*

Desta feita, percebeu-se que a zona é muito pequena aglomerada com 260 casas, assim, organizou-se tipos de casas na seguinte tabela.

Tabela 2. Número e tipos de casas

Tipo de Casa	Número de casas
Tipo 1	197
Tipo 2	57
Tipo 3	6
Total de casas	260

Fonte: autor (2024)

4.2. Análise e discussão de dados

4.2. 1. Dimensionamento de postes (apoios)

4.2. 1.1. Tipos de postes

Em consideração dos aspectos supra- arrolados do tipo do solo árido que se verifica na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, projecta-se o uso de postes de madeira, atendendo a sua viabilidade em termos económicos como orinta RTIEBT (2005).

Assim, pela pouca humidade que se tem verificado em certo período de tempo, os postes serão fixados a bases de betão, as quais sobressaem um pouco do solo e ter uma forma que facilite o escoamento da água, de modo a manter o poste afastado do solo, com o fim de preservar a madeira da humidade do solo e da acumulação das águas.

4.2. 1.2. Dimensionamento de vãos

Considerando que a distribuição da rede eléctrica se projecta efectivar na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane que se caracteriza pela povoação aglomerada, não dispersa, os vãos terão valor limite máximo de 40 m, segundo RSRDEEBT (1976);

Assim, postes em uso terão uma altura de 9 m, em que se usa uma profundidade 1,4 m, deixando um comprimento de 7,6 m acima do solo, em consonância com RSRDEEBT (1976).

4.2. 1.3. Tipos de apoios e o número necessário

Segundo a caracterização da planta da distribuição da rede eléctrica que reflecte o posicionamento das ruas, comprimento e vãos, prevê-se 13 apoios de derivação cuja estrutura é

do tipo DT1, onde se estabelecem uma ou mais derivações de linha. Sendo apoios (4, 6, 7, 9, 13, 15, 19, 20, 22, 32, 35, 49 e 68).

Nos apoios de alinhamento, a estrutura é do tipo DS1. Assim, serão no total de 49 apoios, sendo os seguintes: (1, 2, 3, 5, 11, 12, 14, 17, 18, 23, 25, 27, 28, 30, 34, 37, 39, 41, 42, 44, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86 e 87).

Nos apoios de ângulos médios de 10 a 60° usa-se DA1, prevê-se simplesmente um apoio, concretamente poste (16). Para os ângulos acentuados de 60 a 90 ° os apoios são de DA2, que serão no total de 5 apoios, sendo (8, 10, 21, 33 e 38);

E apoios de fim da linha, usar-se-á a estrutura do tipo DE1 para 20 apoios (24, 26, 29, 31, 36, 40, 43, 45, 46, 48, 53, 57, 61, 65, 66, 67, 70, 79, 83 e 88).

Tabela 3. Tipos de apoios e número necessário

Tipos de apoios	Estrutura	Poste número:	Total de cada tipo
Derivação	DT1	4, 6,7,9,13,15,19, 20,22,32,35,49,68	13
De ângulo médio	DA1	16	1
De ângulo acentuado	DA2	8, 10, 21, 33, 38	5
Fim da linha	DE1	24, 26, 29, 31, 36, 40, 43, 45, 46, 48, 53, 57, 61, 65, 66, 67, 70, 79, 83, 88	20
De alinhamento	DS1	1, 2, 3, 5, 11, 12, 14, 17, 18, 23, 25, 27, 28, 30, 34, 37, 39, 41, 42, 44, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87	49
TOTAL			88

Fonte: autor (2024)

Nesta vertente, são necessários no total de 88 apoios, como ilustra a tabela.

4.2. 1.4. Número de postes por cada rua

Feita a dimensão de comprimento das ruas, vãos e tipo de apoios, convém apresentar o número de postes por cada rua, segundo a tabela 3

Tabela 4. Número de apoios por cada rua

Ruas	Nº de postes	Postes	Ponto de intercessão de ruas nos postes
1	13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	-----
2	3	14,15,16	(R1 - R2) - 4
3	5	17,19,19,20,21	(R1-R3) - 7
4	3	22,23,24	(R2-R4) - 16
5	2	25,26	(R3-R5) - 19
6	5	27,28,29,30,31	(R3-R6) - 21
7	5	32,33,34,35,36	(R1-R7) - 13
8	2	37,38	(R7-R8) - 33
9	2	39,40	(R7-R9) - 35
10	3	41,42,43	(R8-R10) - 38
11	3	44, 45, 46	(R2-R11) - 15
12	3	47, 48, 49	(R4-R12) - 22
13	4	50, 51, 52, 53,	(R3-R13) - 20
14	5	54, 55, 56, 57, 68	(R7-R14) - 32
15	4	58, 59, 60, 61,	(R7-R15) - 13
16	4	62, 63, 64, 65	(R7-R16) - 35
17	4	78,79, 80, 83	(R14-R17) - 68
S/Rua	18	66,67,69,70,71,72,73,74,75,76,77,81,82,84,85,86,87,88	-----

Fonte: autor (2024)

Com vista a se suportar os cabos, projecta-se pinças de amarração em todos os postes de estruturas DA1, DA2, DE1 e DT1, precisando assim de 39 pinças de amarração, e pinças de suspensão nos postes de estruturas DL1 e DS1, precisando assim de 49 pinças de suspensão. Segundo RTIEBT (2005), para o suporte dessas pinças usa-se os ganchos M16.

4.2. 2. Dimensionamento da carga necessária

4.2. 2.1. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 1

Considerando que cada casa do tipo 1 na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane tenha, em média, um quarto e uma sala, totalizando (2) compartimentos, julga-se uma carga mínima de 6, 6 Kva, segundo (RSIUEE, 1974).

Nesta vertente, nas casas do tipo 1 apenas se considera instalações de iluminação e tomadas de uso geral (TUGs) e considerando como área média de cada compartimento $6m^2$. Sendo assim, carga é: $S' = 65 \times (6 + 6) = 780 VA$

Atentando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência a instalar:

$$S_{insT1} = S' \times FU \times FS = 780 \times 1 \times 0,9 = 702 VA$$

Assim, o somatório da carga necessária por cada casa do tipo 1 será de 702 VA

Desta feita, calcula-se a carga necessária em todas casas do tipo 1, pela seguinte fórmula:

$$S_{casasT1} = S_{insT1} \times \text{Número de casas}$$

Sabendo que o número total de casas do tipo 1 é igual a 197. Assim:

$$\underline{S_{casasT1} = 197 \times 702 = 138294 VA = 138,942 kVA}$$

4.2. 2.2. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 2

Atentando que cada casa do tipo 2 na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane tenha, em média, dois quartos e uma sala, totalizando (3) compartimentos, julga-se uma carga mínima de 6, 6 kVA.

Nesta óptica, casas do tipo 2 para além de se olhar simplesmente instalações de iluminação e tomadas de uso geral (TUGs), atende-se também instalações de climatização e instalações para cozinhas eléctricas (RTIEBT, 2005).

Desta feita, calcula-se primeiro a potência de circuitos de iluminação e de tomadas considerando como área média de cada compartimento de $6m^2$:

$$S' = 65 \times (6 + 6 + 6) = 1170 VA.$$

Observando factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{IT} = S' \times FU \times FS = 1170 \times 1 \times 0,9 = 1053 VA.$$

Atendendo circuitos de climatização, neste caso ar condicionado na sala e um dos quartos, calcula-se a seguinte carga:

$$S' = 80 \times (6 + 6) = 960 \text{ VA.}$$

Observando factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência a instalar:

$$S_{Cl} = S' \times FU \times FS = 960 \times 0,75 \times 0,8 = 576 \text{ VA.}$$

A potência a se considerar para uma cozinha eléctrica em habitações até 3 divisões (T2) é de: $S' = 3,3 \text{ kVA} = 3300 \text{ VA}$.

Também, considerando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{Coz} = S' \times FU \times FS = 3300 \times 1 \times 0,7 = 2310 \text{ VA.}$$

Então a potência total a instalar vai ser igual a:

$$S_{insT2} = S_{IT} + S_{Cl} + S_{Coz}. \quad S_{insT2} = 1053 + 576 + 2310 = 3939 \text{ VA}$$

Em análises financeiras da zona, olha-se a probabilidade de pequena parte de casas a possuir todos os equipamentos acima considerados nos cálculos, pelo facto de exigirem custos elevados para a sua aquisição. Por conseguinte, atendendo esses aspectos, para não se ter desnecessariamente um transformador grande que proporciona o orçamento elevado, adopta-se um factor multiplicativo de 0,5, no âmbito de cálculo de carga total requerida pelas casas do tipo 2:

$$\underline{S_{casasT2} = 0,5 \times 57 \times 3939 = 112261,5 \text{ VA} = 112,2615 \text{ kVA.}}$$

4.2. 2.3. Cálculo da demanda eléctrica das residências do tipo 3

Atentando que cada casa do tipo 3 na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane tenha, em média, três quartos, quarto suíte, duas salas (de jantar e de estar) e uma varanda, totalizando (7) compartimentos, julga-se uma carga mínima de 9,9 kVA.

Assim, para casas do tipo 3 observa-se as instalações de iluminação e TUG, instalações de climatização, instalações para cozinhas eléctricas, instalações de aquecimento e instalações para máquinas de lavar (RTIEBT, 2005).

Desta feita, a potência de circuitos de iluminação e de tomadas, considerando como área média de 6m^2 para três quartos e sala de jantar; 7m^2 para varanda, quarto suíte; e 8m^2 para sala de estar.

$$S' = 65 \times (6 + 6 + 6 + 6 + 7 + 7 + 8) = 2990 \text{ VA.}$$

Considerando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{IT} = S' \times FU \times FS = 1150 \times 1 \times 0,9 = 2691 \text{ VA.}$$

Atendendo circuitos de climatização, neste caso ar condicionado na sala de estar e quarto suíte, calcula-se a seguinte carga:

$$S' = 80 \times (8 + 7) = 1200 \text{ VA.}$$

Considerando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{Cl} = S' \times FU \times FS = 1200 \times 0,75 \times 0,8 = 720 \text{ VA.}$$

A potência unitária a se considerar para cozinha eléctrica em habitações com mais de 5 divisões é: $S' = 8 \text{ kVA} = 8000 \text{ VA}$.

Considerando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte carga:

$$S_{Coz} = S' \times FU \times FS = 8000 \times 1 \times 0,7 = 5600 \text{ VA.}$$

A potência unitária que se considera para uma máquina de lavar é igual a:

$$S' = 3,3 \text{ kVA} = 3300 \text{ VA.}$$

Considerando os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{Maq} = S' \times FU \times FS = 3300 \times 0,75 \times 1 = 2475 \text{ VA.}$$

Outro factor é de aquecimento de água numa casa com mais de 5 compartimentos, onde se considera uma potência unitária de $3 \text{ kVA} = 3000 \text{ VA}$.

Considerando agora os factores de utilização e de simultaneidade, tem-se a seguinte potência:

$$S_{Aq} = S' \times FU \times FS = 3000 \times 1 \times 0,9 = 2700 \text{ VA.}$$

Desta feita, a potência total a instalar é:

$$S_{insT3} = S_{IT} + S_{Cl} + S_{Coz} + S_{Maq} + S_{Aq}.$$

$$S_{insT3} = 2691 + 720 + 5600 + 2475 + 2700 = 14186 \text{ VA}$$

Assim, em análises financeiras da zona, olha-se a probabilidade de pequena parte de casas a possuir todos os equipamentos acima considerados nos cálculos, pelo facto de exigirem custos levados para a sua aquisição. Por conseguinte, atendendo esses aspectos, para não se ter desnecessariamente um transformador grande que proporciona o orçamento elevado, adopta-se um factor multiplicativo de 0,4, no âmbito de cálculo de carga total requerida pelas casas do tipo 3:

$$\underline{S_{casasT3} = 0,4 \times 6 \times 14186 = 34046,4 \text{ VA} = 34,0464 \text{ kVA} \approx 34 \text{ kVA}}$$

4.2. 2.4. Somatório da carga de todas casas

$$S_{casas} = S_{casasT1} + S_{casasT2} + S_{casasT3}$$

$$S_{casas} = 138,942 + 112,2615 + 34,0464$$

$$S_{casas} = 285,2499 \approx 285 \text{ kVA}$$

Tabela 5. Carga necessária das casas

Tipos de casas	Carga necessária (kVA)
Tipo 1	138,942
Tipo 2	112,2615
Tipo 3	34,0464
Total	285,2499 ≈ 285 kVA

Fonte: autor (2024)

4.2. 2.5. Cálculo da carga da iluminação pública

Atendendo a iluminação eficiente, com lâmpadas económicas e vida útil maior, aponta-se vantagens em aplicação de lâmpadas de vapor de sódio à alta pressão. Porém, essas lâmpadas apresentam uma variação negativa de impedância, necessitando de dispositivos que limitam a passagem de corrente para evitar danos às mesmas e que gerem altas tensões para o seu ligamento. Estes dispositivos são os reactores electrónicos, que para além destas funções, aumentam a vida útil das lâmpadas, a economia de energia e eficácia luminosa (RTIEBT, 2005).

Usar-se-á lâmpadas de 150 W com reactores de 22 W nas ruas.

Segundo chefe de quarteirão, a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, apresenta 4 ruas que necessitam da iluminação pública, sendo rua 1, 6, 7 e 10.

Fazendo a avaliação das ruas, nota-se a necessidade de seguintes postes com iluminação: 10 postes na rua 1 (P4 a P13); 6 postes na rua 6 (P21, P27, P28, P29, P30 e P31); 5 postes na rua 7 (, P32, P33, P34, P35 e P36) e 4 postes na rua 10 (P38, P41, P42 e P43).

Tabela 6. Número de postes com iluminação

Ruas	Postes com iluminação	Nº de postes por rua
Rua-1	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	10
Rua-6	21,27,28,29,30,31	6
Rua-7	32,33,34,35,36	5
Rua-10	38,41,42,43	4
TOTAL		25

Fonte: autor (2024)

Nesta vertente, verificam-se 25 postes correspondente a potência de $25 \times (150 + 22) = 4300$ W.

PIP=4300=4,3 kW.

Considerando a perspectiva de Osrom de que as lâmpadas de 70 W, apresentam factor de potência de 0,8, o mesmo factor a ser considerado em lâmpadas de 150 W. Apresenta-se a carga de iluminação pública com base na seguinte fórmula:

$$SIP = \frac{PIP}{\cos\theta} \quad SIP = \frac{4,3}{0,8} \quad SIP = 5,375 \text{ kVA} \approx 5 \text{ kVA}$$

4.2. 2.6. Cálculo da carga total

Finda realização de cálculos das cargas de forma particular, apresenta-se a soma de todas as cargas calculadas com vista a se obter a carga necessária para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, através da seguinte fórmula:

$$S_{zona} = S_{casas} + SIP \quad S_{zona} = 285 + 5 \quad \underline{\underline{S_{zona} = 290 \text{ kVA}}}$$

$$S_f = S_o(1 + i)^N \quad S_f = 290(1 + 0,03)^3 \quad S_f = 290(1,03)^3 \quad S_f = 290(1,092) \quad S_f = 316,6$$

Tabela 7. Carga necessária para alimentar a zona

Descrição	Cargas (kVA)
Scasas	285
SIP	5
SUB-TOTAL	290 kVA
TOTAL (com Margem de Segurança)	316.6 kVA

Fonte: autor (2024)

4.2. 2.7. Posicionamento e dimensionamento de PT

Considerando a carga necessária para alimentar a zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane de **Szona = 316.6 kVA** torna necessário PT com a potência de 315 kVA, segundo as potências dos PTs contempladas pelo Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM.

Nesta vertente, tipo construtivo de posto de transformação é de M2, PT assente em base de alvenaria, pois a sua potência é superior a 100 kVA, conseqüentemente apresenta um peso superior a 1200 kg (RTIEBT, 2005).

Partindo da distância mínima regulamentada para instalações exteriores protegidas, a altura de alvenaria é calculada com vista as partes acessíveis em tensão não ficarem a uma altura inferior a 2,5 m do solo. Nesta linha, são consideradas e respeitadas as dimensões e pesos normalizados dos transformadores.

E o nível de tensão é de 11/0,4 kV, ligando a linha de MT a partir do Posto de Transformação de Cede de Xinavane, que dista aproximadamente 50m do poste 1. Assim, o transformador prevê ser instalado taxativamente ao lado da linha de MT, como ilustra o mapa de eletrificação da zona.

Para este tipo de PT, projecta-se construir uma vedação adequada em sua volta, que impeça a aproximação de pessoas da instalação, até uma determinada distância de segurança. Para determinação das dimensões da vedação, segundo o regulamento, a distância mínima entre a projecção horizontal das peças em tensão e a vedação será de 2 m (para 22 kV), devendo a sua altura mínima ser de 1,8 m.

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.

4.2. 2.8. Sistema de aterramento

Nesta vertente, projecta-se no posto de transformador ligar o neutro à terra, de serviço como sugere (RSSPTS, 1976).

À terra de protecção projecta-se ligar as massas da aparelhagem, bem como todas as partes metálicas de suporte e fixação da aparelhagem, incluindo a cuba do transformador e o invólucro metálico do quadro. E os para-raios a serem ligados directamente ao condutor principal de terra.

Para que se assegure a protecção contra contactos indirectos, o neutro da rede de distribuição projecta-se ligar directamente à terra e as massas das redes de distribuição a serem ligadas ao neutro.

Eléctrodos de terra

O eléctrodo da terra de serviço e de protecção, serão constituídos por varões de cobre de 2 m de comprimento e 16 mm de diâmetro, enterrado verticalmente ao solo, a uma profundidade mínima de 0,8 m. Assim, os elementos que constituem o mesmo eléctrodo estarão a uma distância uns dos outros 3 m. O intuito é de atingir uma resistência de terra inferior a 20 Ω . E os

eléctrodos da terra de serviço e da terra de protecção terão uma distância entre si na horizontal de menos 18 m para que sejam considerados de terras distintas.

4.2. 2.1. Dimensionamento dos cabos e condutores

Na rede de distribuição aos consumidores, propõe-se usar condutores isolados de alumínio, sendo os Cabos Aéreos em Torçada, denominados condutores aéreos em torçada ou simplesmente ABC (*Aerial Bundled Cables*) do tipo LXS. Pois, segundo RSSPTS (1976) são cabos para alimentação por linhas aéreas de baixa tensão, visto que estes cabos têm isolamento em polietileno reticulado (XLPE) oferecendo assim uma temperatura máxima para serviço contínuo de 90° C, temperatura limite de sobrecarga de 130° C e temperatura limite de curto-circuito de 250° C.

O cálculo de cabos e condutores, obedece na primeira instância o cálculo da corrente nominal de serviço:

$$I_s = \frac{Sn}{\sqrt{3} \times V_s} \quad I_s = \frac{315000}{\sqrt{3} \times 400} \quad I_s = 454,7A$$

Em função da corrente $I_s = 454,7$ A, propõe-se usar dois cabos de 95 mm² tendo assim uma corrente máxima admissível de 460 A e só assim satisfaz o critério da capacidade de condução de corrente.

Na segunda instância verifica se a secção satisfaz o Critério do Limite de Queda de Tensão.

Pois a queda de tensão não deve ser superior a 5% da tensão nominal:

$$\Delta V_s = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_s}{S \times \sigma_{Al}} \quad \Delta V_s = \frac{\sqrt{3} \times 250 \times 454,7}{2 \times 95 \times 36} \quad \Delta V_s = \frac{196890,875}{6840} \quad \Delta V_s = 28,79 \text{ V}$$

$$\Delta V\% = \frac{100 \times \Delta V_s}{V_s} \quad \Delta V\% = \frac{100 \times 28,79}{400} \quad \Delta V\% = 7,2\%$$

Entretanto, a secção não satisfaz o Critério do Limite de Queda de Tensão, pois é superior a 5% da tensão nominal. Assim, para além de 2 cabos desta secção, propõe-se usar 3

$$\Delta V_s = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_s}{S \times \sigma_{Al}} \quad \Delta V_s = \frac{\sqrt{3} \times 250 \times 454,7}{3 \times 95 \times 36} \quad \Delta V_s = \frac{196890,875}{10260} \quad \Delta V_s = 19,19 \text{ V}$$

$$\Delta V\% = \frac{100 \times \Delta V_s}{V_s} \quad \Delta V\% = \frac{100 \times 19,19}{400} \quad \Delta V\% = 4,8\%$$

Em seguida, verifica-se o Critério da Capacidade de Condução da Corrente de Curto-Circuito:

$$I_{cc} = S \times \frac{C}{\sqrt{t}} \quad I_{cc} = 3 \times 95 \frac{93}{\sqrt{0,5}} \quad I_{cc} = 3 \times 95 \frac{93}{\sqrt{0,5}} \quad I_{cc} = 37483,7 \text{ A} = 37,48 \text{ kA}$$

Nota-se que, o condutor pode suportar a corrente nominal, garantindo-se a protecção contra os curto-circuitos.

Desta feita, opta-se por 3 cabos ABC com secção geométrica de 95 mm². Os cabos ABC têm condutores de fase como condutor neutro (ambos de alumínio entrançado de classe 2), sendo a identificação do núcleo proporcionada por nervuras no isolamento. Sendo assim os nossos cabos serão do tipo LXS 3(4×95+16) mm². A secção de 16 mm² corresponde ao condutor de fase de iluminação pública.

Cabos de BT entre o transformador e o quadro geral de baixa tensão

Propõe-se usar os cabos do tipo VAV, que são condutores de cobre isolados em cloreto de polivinilo (PVC), oferecendo assim uma temperatura máxima para serviço contínuo de 70°C, temperatura limite de sobrecarga de 100°C e temperatura limite de curto-circuito de 160°C. Pois estes cabos possuem mesmas secções normalizadas em função das correntes nominais no secundário do transformador que os cabos NYBY, que também são condutores de cobre com isolamento em PVC (RTIEBT, 2005). Sendo assim, para o transformador de 315 kVA ($I_s=227,35 \times 2$ A), os cabos serão do tipo VAV 2(3×95+50) mm².

$$I_s = 454,7 \text{ A}$$

$$I_z = 190 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{I_s}{2} \quad I_B = \frac{454,7}{2} \quad I_B = 227,35 \text{ A}$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z \text{ então } 227,35 \leq 300 \leq 190 \times 2$$

Condutores de terra

Nesta parte propõe-se cabo de cobre nu de 16 mm² de secção até ao ligador amovível, situado na base do pórtico, e cabo de 35 mm² de secção deste até ao eléctrodo de terra, no interior do solo. No último metro antes de penetrarem no solo e 0,5 metros dentro deste, os condutores de terra serão protegidos mecanicamente por uma cantoneira, com um comprimento de 1,5 m.

4.2. 2.1. Dimensionamento dos dispositivos de protecção de baixa tensão

Escolha dos para-raios

A tensão nominal dos para-raios a instalar num PT é de marca XBE, 20 kV.

Escolha dos drop-outs

Propõe-se usar drop-out com tensão de fabrico de 27 kV, tensão nominal até 35 kV, corrente nominal 100 A, capacidade de corte de 8 kA, tensão de choque 150 kV e distância de fuga de 432 mm.

Opta-se por o calibre dos elementos fusíveis dos drop-outs com *LINK* de calibre de 20 A para uma tensão nominal no primário do transformador de 16,5 A. Assim, 6 drop-outs: 3 no poste em que se instala transformador de potência e 3 após a derivação da linha de MT.

Escolha dos disjuntores de baixa tensão e seus respectivos relés

Projecta-se relés regulados do tipo R-630 e disjuntores da marca SACE do tipo SN-630.

Escolha dos transformadores de corrente

Planifica-se montar na rede três transformadores de intensidade (um em cada fase) de 500/5 para a tensão nominal de 630 V, classe de precisão 1, corrente secundária de 5 A e potência entre 0,5 e 1,5 VA.

4.2. 3. Quadro orçamental

Tabela 8. Quadro orçamental

Material	Quantidade	Preço unitário	Total
Transformador de potência de 315 kVA	1	560,533,38mt	560,533,38mt
Quadro Geral de Baixa Tensão	1	172 500,00 mt	172 500,00 mt
Base de alvenaria para assentar o transformador	1	95 000,00 mt	95 000,00 mt
Postes de madeira de 9 m	88	10,621.00 mt	934,648.00mt
Cabos ABC do tipo LXS 3(4×95+16)mm ²	3320 metros	1 593 por metro	5,288,760.00mt
Cabos VAV 2(3×95+50)mm ²	10 metros	6,830.00 mt	66,300.00mt
Terras de serviço e de protecção	kit	10 620,00 mt	10,620.00mt
Espia completa de BT	25	11 200,00	280,000.00mt
Lâmpada de 150 W com a armadura Sox e o seu	25	10, 360.00mt	259,000.00mt

respectivo braço			
Ganchos M16	88	223.00mt	19,624.00mt
Pinças de amarração	39	1 132.00mt	44,148.00mt
Pinças de suspensão	49	315.00mt	15,435.00mt
Isoladores poliméricos de 22 kV com seus acessórios	12	3, 500.00mt	42,000.00mt
Isoladores horizontais de 22-33 kV e acessórios	38	2 400,00mt	91,200.00mt
Ligadores PC3	5	270,00mt	1,350.00mt
Contactora Schneider	1	17, 100.00mt	17,100.00mt
Fotocélula Night Magic	1	3, 500.00mt	3,500.00mt
Drop-outs com seus acessórios	6	6, 895.00	41,370.00mt
	Custo total do material		7.943.088.38mt
Execução do trabalho	Montagem de equipamentos		93,000.00mt
	Instalações elétricas		194,000.00mt
	Projecto e fiscalização		425,500.00mt
	transporte		17,000.00mt
	Despesas gerais		22,300.00mt
	imprevistos		60,000.00mt
	Valor total da execução do trabalho		811,800.00mt
Orçamento			8,754,888.38mt

Fonte: autor (2024)

4.3. Discussão de dados

No processo de levantamento de carga necessária na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, para o dimensionamento do Transformador, calculou-se na primeira instância a carga requerida nas 260 casas, obedecendo as formulas de **RTIEBT**- Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão. Nesta vertente, para o cálculo das cargas das casas, baseou-se nos tipos de casas onde se obteve a potência total de 285 *kVA*, sendo 138,942 *kVA* para 197 casas do tipo1; 112,2615 *kVA* para 57 casas do tipo 2; e 34,0464 *kVA* para 6 casas do tipo 3.

Em seguida, calculou-se a potência necessária para iluminação pública em quatros ruas sugeridas pelo chefe de quarteirão. Na escolha de uma iluminação eficiente e económica segundo RTIEBT (2005), optou-se pelas lâmpadas de 150 W com reactores de 22 W, de vapor de sódio à alta pressão, que são de vida útil maior, onde se obteve no total de 5 *kVA*. Esta potência foi adicionada à 285 *kVA*, total das casas onde se obteve 290 *kVA*. Mas calculando a margem de segurança totalizou 316.6 *kVA*

Portanto, verificou-se que a potência total das casas e da iluminação pública é de 316.6 *kVA* em que se encontra no intervalo das potências dos PTs que o Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM contempla de 30, 50, 100, 160, 200, 250 e 315 *kVA* com os níveis de tensão 6,6/0,4; 11/0,4; 22/0,4 e 33/0,4 *kV*, (EDM, 1988). Assim, escolheu-se o posto de transformador de 315 *kVA*, em função da potência de 316.6 *kVA* obtida.

O tipo de construtivo de posto de transformação será aquele assente em base de alvenaria (Tipo M2), como sugere a prática da EDM, transformadores com peso superior a 1200 kg, ou no geral, com potência superior a 100 *kVA*, são afixados em bases de alvenaria.

Assim, no que refere a rede de distribuição aos consumidores, propõe-se usar condutores isolados de alumínio, sendo os Cabos Aéreos em Torçada, designados condutores aéreos em torçada ou ABC (*Aerial Bundled Cables*) do tipo LXS. Pois, segundo RSSPTS (1976) são cabos para alimentação por linhas aéreas de baixa tensão, visto que estes cabos têm isolamento em polietileno reticulado (XLPE) oferecendo assim uma temperatura máxima para serviço contínuo de 90° C, temperatura limite de sobrecarga de 130° C e temperatura limite de curto-circuito de 250° C.

Nesta óptica, opta-se por 3 cabos ABC com secção geométrica de 95 mm², do tipo LXS 3(4×95+16) mm². A secção de 16 mm² corresponde ao condutor de fase de iluminação

pública. Entretanto cabos de BT entre o transformador e o quadro geral de baixa tensão, serão do tipo VAV 2(3×95+50) mm², pois, segundo RTIEBT (2005), estes cabos possuem mesmas secções normalizadas em função das correntes nominais no secundário do transformador que os cabos NYBY, que também são condutores de cobre com isolamento em PVC.

Em função do tipo do solo árido que se verifica na zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, projecta-se o uso de postes de madeira calculados no valor de 88, atendendo a sua viabilidade em termos económicos, como orienta RTIEBT (2005). Assim, pela pouca humidade que se tem verificado em certo período de tempo, os postes serão fixados a bases de betão, as quais sobressaem um pouco do solo e ter uma forma que facilite o escoamento da água, de modo a manter o poste afastado do solo, com o fim de preservar a madeira da humidade do solo e da acumulação das águas.

A zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane caracteriza-se pela povoação aglomerada, não dispersa, assim, os vãos terão valor limite máximo de 40 m, e postes terão uma altura de 9 m, com uma profundidade 1,4 m, deixando um comprimento de 7,6 m acima do solo, segundo RSRDEEBT (1976).

Contudo, fazendo o desenho de diagrama de distribuição de energia eléctrica, conclui se que o projecto é de grande complexidade dada a extensão territorial da zona, carecendo de um fundo de investimento considerável de 8,754,888.38mt.

CAPÍTULO V- CONCLUSÃO E SUGESTÕES

5.1. Conclusão

No presente trabalho de pesquisa explicativa com procedimentos técnicos revisão bibliográfica, estudo do campo e abordagem mista procurou-se perceber como dimensionar uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para alimentar a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane no ano 2024, visto que é uma zona de muita circulação dos moradores e económico em desenvolvimento, porém ainda sem uma rede de distribuição de energia eléctrica para suprir as suas necessidades.

Portanto, na primeira instância, fez-se levantamento da carga necessária na zona para o dimensionamento do transformador para o fornecimento da energia eléctrica, onde se obteve a carga de 138,942 *kVA* de casas do tipo 1 no total de 197 casas, seguindo pela 112,2615 *kVA* do tipo 2, no total de 57 casas e 34,0464 *kVA* para 6 casas do tipo 3. Assim, o somatório da potência total das casas é igual a 285 *kVA*.

Calculou-se ainda a potência necessária para iluminação pública, tendo se obtido 5 *kVA*. Esta potência, foi adicionada a total das casas de 285 *kVA*, onde se obteve como carga necessária da zona de 290 *kVA*,

Assim, dimensionou-se os equipamentos eléctricos que vão alimentar a zona Bobi, partindo da potência de posto de transformador de 315 *kVA*, determinada em função da carga necessária da zona de 316.6 *kVA*. Com este valor, o tipo construtivo de posto de transformação a se instalar é de tipo M2, PT assente em base de alvenaria.

Para a distribuição da rede eléctrica na zona, compreende-se a necessidade de 88 apoios de madeira de 9m de altura, valor obtido através do comprimento total das ruas de 3320m e em função de vãos de 40m no máximo. A determinação de comprimento de vãos deve-se ao facto de se ter verificado que a zona apresenta uma população aglomerada. A zona apresenta- ainda o solo árido o que determinou a escolha de apoios de madeira.

Com base no diagrama de distribuição de energia eléctrica, foi possível observar que o Posto de Transformação se encontra fora do mapa, devido a localização da rede da Média Tensão. Verificou-se ainda a necessidade de aumento de número de postes, tal como a grande complexidade do projecto, dada a extensão territorial da zona, carecendo de um fundo de

investimento considerável, onde se escolheu instalar Posto de Transformador cuja potência é de 315 Kva, com os seguintes equipamentos fundamentais: um quadro geral de baixa tensão, 88 Postes de madeira de 9 m, 3320 metros de cabos ABC do tipo LXS 3(4×95+16)mm², 10 metros de cabos VAV 2(3×95+50)mm², kit de terras de serviço e de protecção, 25 espigas completa de BT, 25 lâmpada de 150 W com a armadura Sox e o seu respectivo braço, 88 ganchos M16, 39 pinças de amarração, 49 pinças de suspensão, 12 isoladores poliméricos de 22 kV com seus acessórios, 38 isoladores horizontais de 22-33 kV e acessórios, 5 ligadores PC3, 1 contactor Scheneider, fotocélula night magic e 6 drop-outs com seus acessórios.

5.2. Recomendações

Em função do constatado na pesquisa sobre o dimensionamento de uma Rede de Distribuição de energia eléctrica de baixa tensão para a Zona Bobi do Bairro Santa Rita de Xinavane, recomenda-se às instâncias competentes:

- A efectivarem o plano deste projecto de distribuição da energia eléctrica na zona supradita, com vista a se suprir as necessidades da zona que se encontra em via de desenvolvimento;
- Para iluminação pública usarem lâmpadas de 150 W com a armadura Sox;
- Aterramento menor ou igual a 10 ohm quanto ao seu valor; e
- Separar terras de serviço da terra de protecção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M.M. (2010). *Introdução a Metodologia do Trabalho Científico*. 10. ed. São Paulo.
- EDM. (1988). *Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais*,
Direcção de Engenharia de Redes
- Gil, A. C. (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*, (5^a ed), editora atlas, São Paulo.
- Gonçalves, H. A. (2001). *Manual de metodologia da pesquisa*. São Paulo.
- Marconi, M. & Lakatos, E. M. (2009). *Metodologia científica* (5^a ed). Atlas, São Paulo.
- Macabaça, Jone. A.S. (2022). *Dimensionamento de uma rede de Distribuição de Energia Eléctrica*. Maputo.
- Prodanov, C. C. & Freitas, E. (2013). *Metodologia do trabalho científico/Métodos nicas*
- Silva & Menezes (2001). *Metodologia Científica*. 5^a ed. São Paulo.
- Regras Técnicas Parte 5/ Secção 51, Direcção Geral da Energia (2000)*
- 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)
- RSRDEEBT – “*Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão*”, Direcção Geral de Energia (1976)
- RSSPTS – “*Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento*”, Direcção Geral de Energia (1976)
- RTIEBT – “*Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*”, Direcção Geral de Energia (2005)

ANEXOS

Anexo - I

M. PORTUGAL J. TELLES Engenheiros		TRANSFORMADORES Dimensões e pesos normalizados			4 - APARELHAGEM		
					4.	1	
FONTE: De acordo com as normas DIN 42500/42501/42511 - Alemanha							
As principais dimensões e pesos dos transformadores de distribuição em média tensão (§), imersos em óleo, são indicados no quadro abaixo.							
Nr	POTÊNCIA	COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA	ENTRE-RO- DEZIOS	PESOS	
	(KVA) §§	l (mm)	b (mm)	h (mm)		TOTAL (Kg)	DO ÓLEO (Kg)
1	(50)	950	750	1 500		480	120
2	(75)	1 000	750	1 550		580	140
3	100	1 200	800	1 600		650	150
4	(125)	1 200	800	1 650	520	750	180
5	160	1 350	800	1 700		880	200
6	(200)	1 350	900	1 750		1 000	250
7	250	1 500	950			1 150	280
8	(315)	1 650	1 000	1 850		1 300	350
9	400	1 850	1 030	1 960		1 600	420
10	(500)	1 850	1 030	1 960	670	1 600	450
11	630	1 850	1 030	1 960		2 100	500
12	(800)	2 000	1 250	2 300		2 600	600
13	1 000	2 050	1 300	2 450		3 100	700
14	(1 250)	2 150	1 350	2 600	820	3 400	780
15	1 600	2 200	1 400	2 850		4 100	970

§ - Estas dimensões aplicam-se só até 20 KV.

§§ - Deve ser dada preferência aos valores sem parêntesis.

Dimensões e pesos normalizados dos transformadores (Fonte: Manual de Instalações Eléctricas II)

Anexo-II

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Secção (mm ²) [†]	Corrente admissivel (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

Secções normalizadas dos cabos VAV a utilizar (Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais)

Anexo – III

Tensão de fabrico	Tensão nominal (KV)	Corrente nominal (A)	Capaci. corte (KA)	Tensão choque (KV)	Distânci. fuga (mm)
15,5	até 14	100	10	95	216
27,0	26 - 35	100	8	150	432

Características nominais dos drop-outs (Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais)

Anexo – IV

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	17,5	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

Calibre de links para drop-outs (Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais)

Anexo – V

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Relação transformação dos TIs.	Factor multiplicação
30	43,3	50/5	10
50	72,2	75/5	15
100	144,3	150/5	30
160	230,9	250/5	50
200	288,7	300/5	60
250	360,8	400/5	80
315	454,7	500/5	100

Escolha dos TIs (Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais)