



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**Departamento de Matemática e Informática**

---

Trabalho de Licenciatura em  
Ciências de Informação Geográfica

**Concepção de Cadastro de Infra-estruturas de  
Energia Eléctrica**

**Área de Estudo: Bairro de Malhazine, Distrito  
Municipal KaMubukwana, Município de Maputo**

**Autor:** Joaquim Mazivila

Maputo, Novembro de 2023



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**Departamento de Matemática e Informática**

---

Trabalho de Licenciatura em  
Ciências de Informação Geográfica

**Concepção de Cadastro de Infra-estruturas de  
Energia Eléctrica**

**Área de Estudo: Bairro de Malhazine, Distrito  
Municipal KaMubukwana, Município de Maputo**

**Autor:** Joaquim Mazivila

**Supervisor:** Mestre Israel Marcos Matavele, UEM

Maputo, Novembro de 2023

## **Dedicatória**

O presente trabalho de conclusão do curso é dedicado aos meus pais Nhumba Barro (em memória) e Sara Francisco Chavene pela educação, carinho e apoio, aos meus irmãos, e a toda minha família, amigos e colegas que de forma directa e indirecta me deram força para a concretização deste trabalho. O meu muito obrigado.

## Declaração de Honra

Eu **Joaquim Mazivila**, declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação, e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências de Informação Geográfica, na faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Novembro de 2023

---

(Joaquim Mazivila)

## Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus que por meio da sua organização guia-me em todos os momentos da minha vida. Agradeço á minha família, em especial os meus pais pelo apoio incondicional que me deram, desde a minha entrada na Universidade até a presente data.

Ao mestre Israel Matavele, supervisor do trabalho, agradeço a disponibilidade, entusiasmo, convicção que me transmitiu desde as aulas e durante a orientação. Estas palavras mesmo que escritas por último para estarem nas primeiras páginas, sempre existiram. O que mais agradeço ao mestre pelo facto de ter me dado uma orientação de forma a encontrar algo que me desse mais prazer de fazer, diferente, dificilmente poderia ter sido melhor.

Agradeço os meus pais e aos meus irmãos Alice Nhata, Francisco Cuzua, Ilídio Romão, Rabeca Bwaia, Xavier Nhumba, por compreenderem as razões da minha ausência e ajudarem-me directamente e indirectamente, que continuem na verdade.

Aos meus colegas Jorge Alberto, Manuel Bila, Félix Macuácuá, Dénil Banze, Télvin Banze, Carina Ayuba Balbina Nuvunga que me acompanharam nesta jornada.

Os meus amigos Edson Mahumane, Leonel Leonardo, Belton Banze e Rodrigues Isaías que juntos caminhamos, por todos debates e ideias que contribuíram para o meu desenvolvimento intelectual e por toda a amizade manifesta.

A todos que não mencionei que de uma forma directa ou indirecta contribuíram para o meu sucesso académico, endereço o meu especial agradecimento.

## Resumo

O presente trabalho traz uma proposta de concepção de cadastro da rede eléctrica em baixa tensão aérea que é muito comum, abundante no meio circundante e têm uma maior densidade de distribuição em zonas urbanas de elevada densidade populacional. Com o surgimento da base de dados e sistemas de informação geográfica têm-se proporcionado grandes avanços na área de geotecnologias, ampliando desta feita a quantidade de ferramentas de informação geográfica e eficiente para a disseminação mais ampla de dados. O projecto tem como objectivo principal cadastrar as componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão fornecendo um instrumento de suporte no fornecimento de energia eléctrica com qualidade e eficiência para os clientes nos bairros.

Actualmente, obter informação rápida e confiável é vital para a sociedade, sobretudo para as organizações. A base de dados e o cadastro possibilitam o controle, a disponibilização dessas informações bem como o uso racional e adequado do espaço, por isso tornam-se elementos indispensáveis, desta forma, o presente trabalho se propõe a abordar alguns dos principais tópicos dessas áreas, tomando atenção a riqueza destas arenas científicas e conseqüentemente, sua extensão focalizou-se apenas no assunto que diz respeito a base de dados relacional ligado ao cadastro de rede de energia eléctrica, tendo sido realizada uma pesquisa bibliográfica em algumas obras de referência.

A proposta de concepção de cadastro da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea foi realizada no bairro de Malhazine, Distrito Municipal KaMubukwana, Cidade de Maputo, no qual procede-se uma pesquisa de levantamento de campo utilizando o método de levantamento topográfico planimétrico cadastral com recurso a GNSS mais preciso, rápido e económico comparado com os métodos fotogramétricos e geodésico para este tipo de trabalho. A partir de dados das componentes colhidos no bairro de Malhazine, desenvolveu-se uma base de dados espacial com vista a armazenar dados cadastrais de modo a permitir sua manipulação e visualização.

Dessa forma, o presente trabalho trás uma metodologia para o desenvolvimento de uma base de dados espacial utilizando SGBD *pgadmin* IV do pacote Postgres para o cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea de informações provenientes do cadastro técnico no sector de energia eléctrica na área urbana no Município de Maputo, tendo como foco principal de estudo no bairro de Malhazine, localizado no Distrito Municipal KaMubukwana, com vista a garantir a qualidade e eficiência no fornecimento da energia eléctrica nos bairros cadastrando os clientes na rede de energia.

**Palavras-chave:** Cadastro, Rede de Energia Eléctrica, SIG e Base de Dados Espacial.

## Abstract

The present work presents a proposal for designing the registration of the low overhead voltage electrical network, which is very common, abundant in the surrounding environment and has a greater distribution density in urban areas with high population density. With the emergence of databases and geographic information systems, great advances have been made in the area of geotechnology, thus expanding the number of geographic information tools and efficiently enabling the wider dissemination of data. The project's main objective is to register the components of the low voltage electrical energy network, providing a support instrument for supplying quality and efficient electrical energy to customers.

Currently, obtaining quick and reliable information is vital for society, especially for organizations. The database and registration enable control, the availability of this information as well as the rational and appropriate use of space and, therefore, they have become indispensable elements, in this way, the present work proposes to address some of the main topics in these areas, paying attention to the richness of these scientific arenas and, consequently, their extension, we focused only on issues that concern relational databases linked to the electrical energy network registry, having carried out a bibliographical search in some reference works.

The proposal for designing the registration of the low overhead voltage electrical power network was carried out in the Malhazine neighborhood, KaMubukwana Municipal District, City of Maputo, in which a field survey was carried out using the cadastral planimetric topographic survey method with using GPS. Using data from the components collected in the Malhazine neighborhood, a special database was developed to store registration data in order to allow its manipulation and visualization.

Thus, the present work provides a methodology for the development of a spatial database using DBMS pgadmin IV of the Postgres package for the registration of components of the electrical energy network at low overhead voltage, information coming from the technical registry in the electrical energy sector in urban area in the Municipality of Maputo, with the main focus of study in the Malhazine neighborhood, located in the KaMubukwana Municipal District, with a view to reducing the quality and efficiency of electricity supply in the neighborhoods by registering customers on the energy network.

**Key words:** Registration, Electricity Network, GIS and Spatial Database

## **Abreviaturas**

**AT** – Alta Tensão

**BD** – Base de Dados

**BT** – Baixa Tensão

**CENACARTA** – Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção

**CMM** – Conselho Municipal de Maputo

**CS** – Chave Seccionadora

**CTM** – Cadastro Técnico Multifinalitário

**DDL** – Date Definiton Language

**DGE** - Direcção Geral de Energia

**EDM** – Electricidade de Moçambique

**ESRI** - *Environmental Systems Research Institute*

**GPS** – Sistema de Posicionamento Glogal

**Hz** – Hartz

**INE** – Instituto Nacional de Estatística

**IPEE** – Instalações Produtoras de Energia Eléctrica

**KVA** – kilo volt ampéres

**KW** – kilo watts

**LMT** – Linha de Média Tensão

**LTB** – Linha de Baixa Tensão

**MT** – Média Tensão

**MVA** - Mega Volt Ampéres

**MW** – Mega watts

**OGC** - *Open Geospatial Consortium*

**OSGF** – Source Geospatial Foundation

**PHP** – *Personal Home Page*

**PS** – Posto de Seccionamento

**PT** – Posto de Transformação

**QGBT** - Quadro Geral de Baixa Tensão

**RBT** - Rede de Baixa Tensão

**RMT** - Rede de Média Tensão

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

**SAPP** – *Southern Africa Power Pool*

**SE** – Subestação

**SEE** – Sistema de Energia Eléctrica

**SGBD** – Sistema de Gestão de Base de Dados

**SIG** - Sistema de Informação Geográfica

**SQL** – *Structured Query Language*

**UML** – *Unified Modeling Language*

**UTM** – Universal Transversa de Mercator

**V** – Volt

**WGS** – *World Geodetic System*

# Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Abreviaturas.....	vi
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Definição do Problema.....	2
1.3. Justificativa.....	2
1.4. Relevância.....	3
1.5. Motivação.....	4
1.6. Objectivos.....	5
<b>Revisão de Literatura.....</b>	<b>6</b>
2.1. Cadastro.....	6
2.2. Cadastro Técnico.....	9
2.3. Importância do Cadastro Técnico.....	10
2.4. Métodos de Levantamento de Dados.....	11
2.4.1. Levantamento Topográfico Planimétrico Cadastral.....	11
2.5. Carta Cadastral.....	12
2.6. Rede de Energia Eléctrica.....	13
2.6.1. Classificação de Rede de Transmissão de Energia Eléctrica.....	14
2.6.1.1. Rede de Transporte.....	14

2.6.1.2.	Rede de Interligação .....	14
2.6.1.3.	Rede de Distribuição .....	14
2.6.2.	Classificação de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica .....	15
2.6.2.1.	Rede de Média Tensão Aérea.....	15
2.6.2.3.	Postos de Transformação .....	17
2.6.2.4.	Postos de Seccionamento ou Interrupção .....	18
2.6.2.5.	Chave Fusível .....	18
2.6.2.6.	Chave Seccionadora.....	19
2.6.2.7.	Rede Eléctrica de Baixa Tensão.....	19
2.6.2.8.	Rede Eléctrica de Baixa Tensão Aérea .....	20
2.6.2.9.	Componentes da Rede Eléctrica de Baixa Tensão Aérea .....	22
2.6.3.	Rede Eléctrica de Baixa Tensão Subterrânea.....	22
2.6.	Base de Dados .....	23
2.6.1.	Base de Dados Alfanumérica .....	23
2.6.2.	Base de Dados Espacial .....	24
2.7.	Software Livres e de Código Aberto .....	24
2.7.1.	Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD).....	25
2.7.1.1.	PostgreSQL/ <i>PostGIS</i> .....	25
2.7.2.	Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	27
2.7.3.	Software de Sistemas de Informação Geográfica – QGIS .....	28
2.8.	Base de Dados Espacial e Sistemas de Informação Geográfica.....	29
3.1.	Caracterização da Área de Estudo .....	31
3.2.	Descrição da Rede de Energia Eléctrica do Município da Cidade de Maputo .....	32
3.3.	Características Geográficas do Distrito Municipal KaMubukwana.....	32
3.4.	Descrição Demográfica do Distrito Municipal KaMubukwana.....	32
3.5.	Fonte de Alimentação da Rede de Energia Eléctrica do Bairro de Malhazine .....	33
<b>3.6.</b>	<b>Localização do Bairro de Malhazine .....</b>	<b>33</b>

<b>Material e Métodos</b> .....	34
4.1. Material.....	34
4.1.1. Dados usados.....	34
4.1.2. Descrição dos dados usados.....	36
4.1.3. Equipamentos Computacional e Instrumento de Colecta de Dados.....	36
4.2. Métodos.....	38
4.2.1. Método usado para o Levantamento.....	38
4.2.1.1. Levantamento de Dados na Área de Estudo.....	39
4.4. Integração dos Dados no QGIS.....	43
4.4.1. Projecção dos Dados.....	43
4.4.2. Modelação de uma Base de Dados.....	43
4.4.3. Concepção da Base de Dados.....	60
4.4.3.1. Informação Geográfica na Base de Dados Espacial.....	60
4.4.4. Identificação das Componentes Cadastradas.....	61
4.4.5. Modelo Actual para Efecutar uma Ligação na Rede Energia em Baixa Tensão.....	61
4.4.6. Cadastro dos Clientes na Rede de Energia de Baixa Tensão Aérea.....	62
<b>Resultados e Discussão</b> .....	63
5.1. Consultas na Base de Dados.....	63
<b>Conclusão e Recomendações</b> .....	67
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	70
<b>Anexos</b> .....	73

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Processos de levantamento cadastral e representação cadastral.....	12
<b>Figura 2:</b> Fluxo Energético do Sistema Eléctrico .....	13
<b>Figura 3:</b> Cabos utilizados nas Linhas de Média Tensão Aérea.....	16
<b>Figura 4:</b> Passagem de uma linha de média tensão aérea nos postes .....	16
<b>Figura 5:</b> Posto de Transformação Aéreo suportado por um poste de betão armado à esquerda e Posto de Transformação Abrigado à direita.....	17
<b>Figura 6:</b> Posto de Seccionamento de linha de média tensão aérea .....	18
<b>Figura 7:</b> Chave fusível de um Posto Transformação e um Posto de Seccionamento.....	19
<b>Figura 8:</b> Chave fusível de um Posto Transformação de um Posto de Seccionamento .....	19
<b>Figura 9:</b> Condutores isolados ou cabos torçados .....	21
<b>Figura 10:</b> Rede de baixa tensão aérea .....	22
<b>Figura 11:</b> Rede de baixa tensão subterrânea .....	23
<b>Figura 12:</b> Arquitectura de um SIG.....	27
<b>Figura 13:</b> Mapa de Localização Geográfica. ....	33
<b>Figura 14:</b> GPS utilizado para levantamento de dados na área de estudo.....	38
<b>Figura 15:</b> Fluxograma metodológico dos procedimentos do trabalho.....	42
<b>Figura 16:</b> Diagrama de Classes UML da base de dados do cadastro .....	45
<b>Figura 17:</b> Ilustração de um poste de um cliente ligado a uma rede de baixa aérea.....	54
<b>Figura 18:</b> Resultados da consulta SQL na base de dados.....	64
<b>Figura 19:</b> Resultados da consulta SQL na base de dados.....	64
<b>Figura 20:</b> Resultados da consulta SQL na base de dados.....	65
<b>Figura 21:</b> Resultados da consulta SQL na base de dados.....	65
<b>Figura 22:</b> Resultados da consulta SQL na base de dados.....	66
<b>Figura 23:</b> Cartão do cliente contendo número do contador.....	73
<b>Figura 24:</b> Ficha Técnica de Inspeção Eléctrica de Baixa Tensão do Cliente .....	76
<b>Figura 25:</b> Ficha Técnica de Inspeção Eléctrica de Baixa Tensão do Cliente .....	77

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Divisão Administrativa do Município de Maputo .....	32
<b>Tabela 2:</b> Dados colhidos na área de estudo .....	35
<b>Tabela 3:</b> Descrição dos dados utilizados .....	36
<b>Tabela 4:</b> Descrição dos Softwares, hardwares e equipamento de levantamento de dados .....	37
<b>Tabela 5:</b> Exemplo de atributos multi-valorados .....	58
<b>Tabela 6:</b> Resultado da aplicação da 2 FN .....	59
<b>Tabela 7:</b> Resultado da aplicação da 3FN .....	59
<b>Tabela 8:</b> Símbolos e cores utilizados para representar as componentes da rede eléctrica cadastrada ...	73
<b>Tabela 9:</b> Secção dos cabos NYBY a usar em baixa entre o transformador e o quadro geral.....	73
<b>Tabela 10:</b> Especificações Técnicas Secções de Cabos Utilizados pela EDM para Construção de Linhas de Energia Eléctrica.....	74
<b>Tabela 11:</b> Potências Normalizadas dos Postos de Transformação .....	74
<b>Tabela 12:</b> Características Nominais dos Fusíveis (drop-outs) .....	74
<b>Tabela 13:</b> Dimensões e pesos normalizados dos transformadores.....	75
<b>Tabela 14:</b> Especificações Técnicas dos Transformadores Utilizados pela EDM para Transmissão de Energia Eléctrica em Baixa Tensão.....	75

## Introdução

No presente capítulo, apresenta todos aspectos introdutórios referentes ao trabalho e cadastro desde a abordagem global a uma abordagem local, onde e apresentado a contextualização, a definição do problema, a relevância, a justificativa, a motivação e os objectivos do trabalho.

### 1.1. Contextualização

O uso de energia eléctrica nos dias de hoje faz parte do nosso quotidiano, tornou-se impossível viver sem a energia eléctrica, a vida e o desenvolvimento do ser humano esta relacionada ao consumo de energia eléctrica. Para que o ser humano continue a viver e a desenvolver é necessário garantir que a energia eléctrica chegue em boa qualidade nas residências, empresas e fábricas.

O fornecimento da energia eléctrica no território Moçambicano, infelizmente ainda não cobre 100% dos bairros existentes no país, e a província de Maputo tem muitos desses bairros ainda sem uma rede de energia eléctrica disponível, o nível de cobertura da rede de energia eléctrica ronda nos 37%. Com o recente crescimento populacional na Cidade de Maputo, novos bairros surgiram e muitos deles ainda sem fornecimento de energia eléctrica, daí que surge uma necessidade de se cadastrar a rede de energia em baixa tensão para melhor distribuição e expansão (Nhamire & Mosca, 2014). Com este projecto pretende-se cadastrar a rede de energia eléctrica no bairro de Malhazine para garantir o fornecimento da energia eléctrica com eficiência e qualidade para as residências do mesmo bairro, tomando em consideração um aumento da demanda da potência da energia.

Existem essencialmente dois (2) tipos redes de eléctrica em baixa tensão de distribuição: subterrânea e aérea, sendo que se encontra tipicamente mais rede subterrâneas em meios urbanos e mais aéreas em meios rurais. As redes de distribuição citadas, contemplam diferentes níveis de tensão destina-se a transmitir a energia eléctrica desde a rede eléctrica de transporte até as instalações dos clientes e integram os seguintes componentes: Postos de Transformação, Postos de Seccionamento, Linhas de Média Tensão e Linhas Baixa Tensão, Postes de Média e Postes de Baixa Tensão. As ligações de energia eléctrica para clientes são efectuadas nas Linhas de Baixa Tensão (Rego, 2017).

O objectivo do trabalho é contribuir na criação de uma base de dados espacial de cadastro de infra-estruturas eléctricas de modo a propor medidas para melhorar o fornecimento, da qualidade e da eficiência de energia eléctrica garantindo manutenção e gestão das infra-estruturas eléctricas nos bairros.

## **1.2. Definição do Problema**

A exploração das redes de energia eléctrica é um processo bastante exigente, por parte das empresas responsáveis pela distribuição e comercialização das mesmas, tendo obrigatoriamente de planear, projectar e licenciar novas instalações eléctricas, caso haja necessidade para tal. Com a evolução socioeconómica, há cada vez mais uma exigência para que os serviços prestados sejam de qualidade, regra máxima no sector de energia. Deste modo, o operador da rede eléctrica deve ser capaz de elevar a qualidade com que distribui a energia, garantindo a continuidade de serviço (Ferreira, 2018).

As infra-estruturas eléctricas devido à sua grande importância representam uma fonte de transmissão da corrente eléctrica tanto das redes em alta tensão, em média tensão, em baixa tensão. Já que as redes em baixa tensão estão na linha da frente do fornecimento da energia eléctrica aos consumidores, tem-se assistido nos últimos anos um aumento substancial da supervisão das infra-estruturas eléctricas relevantes para a condução, manutenção e construção das infra-estruturas geridas pelos distribuidores de energia eléctrica. É de igual modo importante, também, a detecção da ocorrência de diferentes tipos de falhas e danificação dos equipamentos de distribuição da energia eléctrica, que geram uma redução da eficiência energética. Esta necessidade de implementação de ferramentas de monitoramento e gestão, capaz de adquirir, processar e tratar directamente ou indirectamente os parâmetros ligados a estas infra-estruturas, de modo a gerir os activos energéticos de forma eficiente, levou a idealização de uma base de dados espacial e sistema informação geográfica descrito no trabalho. Considera-se, portanto, que estes produtos irão ser uma boa solução, criada para preencher uma lacuna ainda pouco explorada nas infra-estruturas de distribuição da rede de energia eléctrica (Da Sliva, 2016).

A referida supervisão pode conseguida a partir do desenvolvimento de novas tecnologias na qual os Sistemas de Informação Geográfica e Base de Dados Espacial fazem parte de novas tecnologias que são flexíveis porque permite nos fazer o cadastro e consultas dos objectos cadastrados na base de dados espacial a partir de custos relativamente baixos, permitindo monitorização das infra-estruturas de energia eléctrica, de rede de energia eléctrica e clientes inerentes a este tipo de redes de distribuição eléctrica (Da Sliva, 2016).

## **1.3. Justificativa**

Devido o crescimento acelerado da população gera diversas demandas entre as quais a habitação, água, processamentos de produtos agrícolas geram a necessidade de adensar a rede de energia eléctrica nos distritos, bairros em vias de expansão e localidades no país. A expansão da rede eléctrica desses locais citados têm exigido que os planeadores da empresa fornecedora da energia eléctrica proponham políticas que garantam o controle das infra-estruturas de energia eléctrica tais como: Postos Transformação que

alimentam a rede de energia eléctrica em baixa tensão, conhecer a capacidade do potencial eléctrico dos postos de transformação de energia pode melhorar o fornecimento da energia eléctrica, de modo a saber quantos clientes podem efectuar ligações na rede eléctrica, número de clientes que efectuam as ligações numa determinada linha de transmissão de energia ou rede de energia eléctrica.

As linhas de Baixa Tensão que forma a rede eléctrica em baixa tensão são, portanto, muito comuns e abundantes no meio circundante têm uma maior densidade de distribuição em zonas urbanas de elevada densidade populacional. Assim existe uma maior concentração de infra-estruturas eléctrica, rede de energia eléctrica em baixa tensão nesses locais que transportam a energia eléctrica desde os postos de transformação as respectivas caixas de derivação presentes ao longo das ruas, até aos locais onde é consumida a energia eléctrica (Da Silva, 2016). A escolha do tema com vista a garantir qualidade no fornecimento da energia eléctrica nos bairros cadastrando os clientes na rede energia eléctrica.

O objectivo do trabalho é a proposta de concepção de cadastro de componentes ou infra-estruturas de energia eléctrica em Baixa Tensão numa base de dados espacial que será criada de modo a propor medidas para garantir a qualidade, eficiência no fornecimento da energia eléctrica em Baixa Tensão (BT), mas este estudo em primeiro passo será implementado no bairro de Malhazine do Distrito Municipal KaMubukwana Município de Maputo com a finalidade alcançar ou de garantir a eficiência da energia eléctrica em baixa tensão adequada para população de zonas urbanas de elevada densidade populacional.

#### **1.4. Relevância**

Com a existência do Projecto de Energia Para Todos da Electricidade de Moçambique que está a decorrer em Moçambique, que tem como objectivo electrificar todo o país até 2030, que oferece um contrato grátis para fornecimento de energia nas residências para tipo de ligação monofásica a população dos bairros e localidades, com base nesta proposta de cadastro pretende-se influenciar bastante na organização do estado de electrificação dos bairros e conhecer o número dos clientes, que estão ligados na rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea a partir de consultas que serão feitas na base de dados, de modo, a evitar a sobrecarga dos postos de transformação existentes o que acaba levando a avaria dos mesmos. Esta proposta de cadastro pode fornecer aos técnicos e planificadores na decisão de informação sobre a situação da distribuição da energia eléctrica em baixa tensão aérea nos bairros existentes e via de expansão da mudança e expansão urbana para uma gestão e manutenção bem-sucedida.

Actualmente o Projecto Energia Para Todos, já está impulsionando muitas ligações na rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea nos bairros o que chega a influenciar no fornecimento de energia eléctrica com qualidade e eficiência nas residências o que acaba reduzindo a potência da energia eléctrica transmitida pelos postos de transformação.

As considerações anteriores, levam a que sejam estudadas técnicas como o cadastro integrando os Sistemas de Informação Geográfica e Base de Dados Espacial para melhorar a rede de distribuição da energia eléctrica em baixa tensão que tem um impacto positivo pois aprimora a iluminação pública do bairro de Malhazine, garantindo o fornecimento de energia de boa qualidade e eficiência nas residências. Assim sendo, os que ainda não se beneficiam da energia eléctrica e fazendo com que a energia eléctrica chegue ao consumidor com níveis de tensão desejáveis que são 220/380 V para ligações monofásicas e trifásicas respectivamente (Tembe, 2022).

Deste modo, este trabalho tem um valor científico uma vez que terá uma contribuição na área das tecnologias, especialmente, na área de base de dados espacial e Sistemas de Informação Geográfica. Contribuindo desta forma para melhorar a planificação, manutenção e estratégias de fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão aérea no bairro de Malhazine e outros bairros que tem problemas de fornecimento de energia eléctrica.

### **1.5. Motivação**

Moçambique é um dos grandes produtores da energia eléctrica da região da África Austral, posicionando-se em segundo lugar, com geração média de energia de 2.279 MW (Dois mil e Duzentos e Sessenta e nove megawatts). É superado apenas pela África de Sul, que é de longe o maior produtor regional da África é um dos maiores do mundo, com 41.074 MW (Quarenta e Um mil e Sessenta e Quatro megawatts). Apesar de gerar energia suficiente para alimentar as necessidades actuais do consumo interno e exportar, Moçambique é o quarto país da região com menos acesso a electricidade para população. Apenas pouco mais de 20% da população moçambicana usa, normalmente a energia eléctrica. Este objectivo está muito abaixo da média regional (SADC), que ronda os 37% dos anos 2013 e 2014. Esta situação ocorre num contexto em que a procura de energia eléctrica em Moçambique cresce a uma média anual de 12%, a taxa mais elevada da região, segundo dados da *Southern Africa Power Poll* - SAPP. A grande procura por electricidade é justificada, por um lado, pelo rápido surgimento de projectos da indústria extractiva que, pela sua natureza, consome grande quantidade de energia e por lado pela rápida expansão da população urbana e pela electrificação das Vilas-Sede dos distritos (Nhamire & Mosca, 2014).

Devido à sua importância, já que as redes em baixa tensão estão na linha da frente no fornecimento de energia eléctrica aos consumidores, tem-se assistido nos últimos anos um aumento substancial da supervisão das grandezas eléctricas relevantes para a condução e manutenção das infra-estruturas eléctricas geridas pelos distribuidores de energia. É de igual modo importante, também, a identificação de ocorrência de diferentes tipos de falhas e da avaria dos equipamentos de distribuição, que geram redução da eficiência da energia eléctrica. Estas traduzem-se em custos substancialmente altos para as

entidades fornecedoras e reguladoras, que depois se pode refletir também nos custos dos consumidores finais. Esta necessidade de implementação da base de dados para o cadastro que pode permitir a vigilância e monitoramento em relação aos equipamentos eléctricos, de modo a gerir as infra-estruturas eléctricas de forma mais eficiente, levou a idealização do cadastro de infra-estruturas eléctricas aqui descrito. Considera-se, portanto, que este cadastro irá melhorar a redução da eficiência e qualidade no fornecimento da energia eléctrica em baixa tensão aérea.

A questão da eficiência e qualidade da energia eléctrica é agravada por uma série de constrangimentos socio-económicos e políticos. Moçambique têm infra-estruturas de rede antiga em toda base de activos, ou seja, subestações, linhas de transmissão e distribuição. A maior parte das infra-estruturas actualmente em operação foram construídas sob domínio colonial, antes da independência em 1975. Em algumas regiões, essas infra-estruturas são ao mesmo tempo ineficiente e mal mantidas, levando a redução da eficiência e capacidade instalada das linhas transmissão e subestações de alimentação dos postos de transformação existentes (Salite et. al., 2020).

## **1.6. Objectivos**

### **1.6.1. Objectivo geral**

O objectivo geral do presente trabalho consiste em desenvolver uma base de dados cadastral com recurso a *Softwares* de acesso livre e de código aberto para o cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão.

### **1.6.2. Objectivos específicos**

Para alcançar o objectivo geral foram traçados os seguintes objectivos específicos:

- Fazer o levantamento das componentes da rede eléctrica em baixa tensão aérea aplicando a técnica de levantamento topográfico planimétrico cadastral com recurso a GPS;
- Criar uma base de dados espacial por meio de um Sistema de Gestão de Base de Dados PostgreSQL usando a extensão espacial *PostGIS*;
- Cadastrar os clientes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea da área de estudo na base de dados espacial;
- Elaborar mapas das componentes cadastradas da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea da área de estudo.

## Revisão de Literatura

Neste capítulo pretende-se apresentar os conteúdos relacionados com revisão de literatura, que concerne a consolidação da informação e discussão de vários autores sobre cadastro e da rede de energia eléctrica.

### 2.1. Cadastro

A palavra Cadastro é originária da palavra grega *Katastichon*, em latim *Catastrum*, um termo que refere-se taxação ou pagamento de imposto, o propósito inicial do cadastro (Hasenack, 2000).

O termo Cadastro é de origem grega *Katastichon* que significa registo, podendo estar ligado a terra ou a outros interesses (Dantas, 2017).

Etimologicamente, a origem da palavra Cadastro é grega: *Katastichon*, que significa lista. Mais tarde, a palavra foi emprestada do latim: *Capitastra*, indicando, na Roma antiga, o registo de bens e indicação dos proprietários (Antunes, 2017).

Segundo o Dicionário de Aurélio citado por Neris (s/d) da língua portuguesa diz que, Cadastro deriva do termo francês *cadastre*, que significa registo público dos bens imóveis de um determinado território, o registo de bens privados de um determinado indivíduo.

O cadastro é um sistema de informação do espaço territorial, no qual os dados são organizados em torno da unidade territorial jurídica da Parcela. Por suas funções indispensáveis ao suporte do desenvolvimento económico, o cadastro tornou-se um instrumento fundamental para ordenamento do espaço territorial e uma das suas características é proporcionar o acompanhamento e controle temporal das actividades de um determinado espaço (Pereira, 2009).

O cadastro é um sistema de informação baseado na parcela, que contém um registo de direitos, obrigações e interesses sobre a terra. Normalmente inclui a descrição geométrica das mesmas, unida a outros que descrevem a natureza dos interesses de propriedade ou domínio e, geralmente, o valor da parcela e das construções que existem sobre ela. Pode ser estabelecido com propósito fiscais (por exemplo, a avaliação e a imposição de contribuições justas), com propósitos legais, como apoio na gestão uso de terra (por exemplo, para o ordenamento do território e outros propósitos administrativos) e facilita o desenvolvimento sustentável e a protecção do meio ambiente (Antunes, 2017).

### 2.1.1. História do Surgimento do Cadastro

A utilização mais remota do cadastro se deu através dos Caldeus (Caldéia – Sul Mesopotâmia - Rio Eufrates e Tigre - Oriente Médio), aproximadamente 4000 a.C. Neste cadastro, as propriedades eram descritas geometricamente, possibilitando a mensuração e controle das superfícies agriculturáveis (Antunes, 2017).

Ao longo da história, indianos, gregos, egípcios e europeus reafirmaram a importância do cadastro atribuindo maior intervenção e aperfeiçoamento aos sistemas de registro e publicidade das propriedades. No Egito, um imposto foi estabelecido baseado na extensão das propriedades localizadas às margens do Rio Nilo, tendo em vista a sua importância para a agricultura e a economia. Durante o Império Romano, os cidadãos eram obrigados a declarar o valor de seus bens. Estas declarações eram feitas através de um registro que continha a descrição da terra e o nome do proprietário. A mensuração da superfície se dava somente em caso de dúvida sobre a veracidade das declarações. Mesmo assim, tais medidas eram desprovidas de qualquer preocupação com a qualidade geométrica. Contudo, os croquis das propriedades continham informações sobre cursos de água, caminhos e divisões territoriais. Após a queda do Império Romano, os novos Estados aprimoraram o cadastro romano de acordo com as suas necessidades (Antunes, 2017).

Foi através do Cadastro Napoleônico que se atingiu a importância das actividades cadastrais, pelo qual se destacou a preocupação de dar garantias jurídicas aos proprietários da terra com o intuito de evitar confrontos pela posse da mesma. sob o comando de Napoleão Bonaparte, a partir de 1808 começou a ser realizado um completo levantamento cadastral de todo o território francês com o objectivo de mapear as regiões estratégicas, prover a cidadania e a cobrança de justa dos impostos (Santos et.al, 2012).

Segundo Pereira (2009), afirma que historicamente o cadastro foi estabelecido para servir fins fiscais, onde serviu de base para taxaço (pagamento de impostos) da terra nos sectores públicos e para segurança de seus direitos. Quer para finalidades legais, económicos ou fiscais, o cadastro foi e continua sendo de grande importância para o processo do desenvolvimento da civilização.

### 2.1.2. Classificação do Cadastro

Segundo Antunes (2017), de acordo com a sua função, o cadastro pode ser classificado em fiscal, jurídico, geométrico e multifinalitário:

- **Cadastro Fiscal** – Quando ao aspecto fundamental é a identificação do proprietário e da propriedade. O objectivo geral é o valor da propriedade e a sua taxaço. O cadastro fiscal cumpre um papel fiscalizador para que o valor da propriedade esteja sempre actualizado. As informações

sobre o terreno, proprietário, uso e benfeitorias são colectados em campo, em geral sobre uma base cartográfica. O cadastro fiscal nem sempre está apoiado a uma base cartográfica de precisão. Neste contexto, a taxaço da propriedade não está directamente relacionada aos limites físicos estabelecidos.

- **Cadastro Jurídico** – Quando ao aspecto fundamental e o direito a propriedade, não garantido pelas simples tributaçoes do imóvel. Em geral, este é mantido por um sistema de registo de títulos organizado pelo Estado através dos registos de imóveis, por meio do registo do imóvel ou da propriedade existe a identificação jurídica.
- **Cadastro Geométrico ou Físico** – Este tipo de cadastro é baseado nas mediçoes realizadas através de levantamentos geodésicos e/aéreofotogramétricos, para a confecço da planta cadastral, onde os limites da propriedade devem ser bem definidos. Os dados cartográficos passam ter funço cadastral quando associado a informaçoes sobre a propriedade.
- **Cadastro Técnico Multifinalitário** – Refere-se as múltiplas aplicaçoes do cadastro, principalmente ao denominado Sistema de Informaçao Territorial. Segundo Naris (s/d), o Cadastro Técnico Multifinalitário é o uso do cadastro na sua forma geométrica somada a descritiva com base para lançoamento de informaçoes de usuários diversos tais como: concessionárias de serviços públicos, municípios, proprietários, entre outros.

### 2.1.3. Cadastro Sectoriais

Os cadastro sectoriais, também denominados cadastros temáticos ou cadastros específicos, são aqueles gerenciados por diferentes sectores da administração pública e empresas privadas técnicas, os quais, integrados, compoem o cadastro multifinalitário (Antunes, 2017).

Assim, a concepço dos cadastros modernos passa por sua orientaço como sistema de informaçao georreferenciada, o que permite um tratamento conjunto dos elementos gráficos que ilustram o território os elementos semânticos que o definem dentro de cada âmbito de conhecimento (Antunes, 2017).

Segundo Antunes (2017), a relevância de alguns Cadastros Sectoriais iniciandos com os quatro (4) cadastros tradicionais que conformam o cadastro Imobiliário (subconjunto do Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM):

- **Cadastro de Equipamentos e Elementos Urbanos** – Neste cadastro, registam-se todos os elementos e equipamentos urbanos que não constam nos cadastros relacionados até aqui, como placas, quiosques, telefones públicos, sinalizaço, lugares turísticos, entre outros.

- **Cadastro da Rede Hidrográfica** – As redes de serviços estruturados por objectos feitos pelo Homem, mas a rede hidrográfica é composta principalmente por elementos naturais como cursos de água (rios e riachos) e corpos de água (barragens, lagos e lagoas), podendo ser incluídos neste cadastro os canais de drenagem artificial. Esta rede é particularmente importante em jurisdições susceptíveis de enchentes, que podem afectar várias parcelas.
- **Cadastro da Rede Viária** – Cadastros espaciais podem ser estruturados para as redes rodoviária, hidroviária e inclusive aeroviária da jurisdição que tem de apresentar dados que permitem relacionar o território do município com as redes globais.
- **Cadastro de Redes de Serviços** – Tal como o nome indica, neste tipo de cadastro devem constar todos dados das redes de distribuição, sejam estas materializadas por tubulações, ou cabos aéreos, ou subterrâneos, além dos elementos que as sustentam como postes, torres de antenas, plataformas, grifos, válvulas entre outras componentes. Formam deste grupo os cadastros da rede eléctrica, rede de água, rede de telefonia, rede de gás, rede de esgoto entre outros. Este é o tipo de cadastro que será implementado neste presente trabalho no sector de rede de energia eléctrica.

## 2.2. Cadastro Técnico

Cadastro técnico pode ser definido como um inventário público, metodicamente organizado, de dados concernentes as propriedades dentro de um certo país, região distrito ou município, baseado no levantamento de seus limites, que inscreve em assentos individuais, informação documentada das características físicas, jurídicas e económicas de cada um dos imóveis, com fins de ordenamento territorial, e cuja informação espacialmente é vital para a gestão do público (Pereira, 2009).

O cadastro técnico representa um vasto campo de actuação profissional abrangendo desde tecnologias para medições de imóveis, o mapeamento temático: fundiário, uso do solo, geologia, planimetria, solos, rede viária, rede eléctrica, a legislação que rege a ocupação territorial, e finalmente a economia que pode se extrair da terra (Blanco, 2017).

Segundo Onyeka (2005) citado por Naris (s/d), se o cadastro técnico for implementado com o propósito de cobrir todo o território de um país ou município, ele pode tornar-se um amplo conjunto de base de dados e com isso apresentar múltiplos benefícios:

- **Inventário de Propriedade** – Nomeando um número único de identificação para cada parcela territorial, é possível ter lista completa de todas as parcelas territoriais dentro de uma jurisdição. Por outro lado, é possível descobrir a situação e registar todos atributos da parcela.

- **Implementação e Monitoramento de Projectos** – O cadastro técnico pode facilitar a exibição e expansão geográfica dos projectos para o sector público e privado. Conectando dados cadastrais aos locais de projecto e detalhando seus custos dentro de uma determinada jurisdição;
- **Prevenção de Crimes e Descoberta** – A polícia pode incluir os antecedentes penais de indivíduos em uma base de dados e interligar com o cadastro técnico, que mostrará geograficamente o domicílio deste indivíduo. Com isso ajudará a reduzir os suspeitos quando certos tipos de crimes forem cometidos nesta região;
- **Administração de Utilidade** – A administração de utilidades recorrer ao acto de organizar e controlar o próprio uso dos serviços fornecidos para o público em geral, tais como: rede de energia eléctrica, sistema de distribuição de água, sistema de esgoto sanitário, comunicação, óleo e gás. Estes serviços são providos, frequentemente, ao longo da superfície terrestre e linhas subterrâneas. A própria distribuição e administração de utilidades requer um inventário dos espaços ocupados. Com o cadastro técnico, a administração de utilidades públicas poderia saber onde os serviços são requeridos;
- **Administração de Escolas** – Com o crescimento das cidades, as bases de dados cadastrais são actualizados. Desse modo, as administrações de escolas poderiam saber quando as crianças começam a deslocar longas distâncias indevidamente, para frequentar escolas. Os directores das escolas teriam oportunidade de organizar ou construir novas escolas nos locais mais próximos das residências dessas crianças.
- **Prognóstico do Rendimento Agrícola** – uma parcela de terra é unidade de cadastro, que pode ser identificada como uma unidade no registo imobiliário e pode ser uma porção de terra para o cultivo uniforme. O cadastro técnico pode prover a unidade básica para o prognóstico do rendimento agrícola. A parcela territorial, como unidade básica, pode trazer proveito no uso de imagens de satélite para monitorar o desempenho das colheitas.

### 2.3. Importância do Cadastro Técnico

O cadastro técnico é um instrumento de extrema importância para planeamento e ordenamento de um país, território, região, distrito ou município. Através de uma base de dados que é uma administração que têm acesso a informações de diferentes naturezas, desde a parte física até a parte social podendo assim, exercer os controles mais diversos, como planear a sua actuação e exercer programas, e principalmente a cobrança de impostos para fins de arrecadação de receitas (Pereira, 2009).

O cadastro vem sendo propagado como importante instrumento para a melhoria da gestão de terra e de outras demandas da sociedade. Inicialmente constituído para fins de tributação da terra, sofreu muitas

alterações em sua concepção e finalidades ao longo da história até a ideia de ser um instrumento multifuncional, tornando-o complexo de informações sobre a terra essencial na área de administração pública (Dantas, 2017).

#### **2.4. Métodos de Levantamento de Dados**

Existem vários métodos de levantamento utilizados para obtenção de dados geométricos tais como: pontos, linhas polígonos e limites de componentes ou propriedades. Existem os métodos clássicos e modernos para levantamento de dados a saber: topográfico (altimétrico e plano-altimétrico), fotogramétricos, geodésico, Detecção Remota e ultimamente o método de GPS. Num futuro próximo se acrescentará ainda, o método dos sistemas inerciais, que no momento, já proporcionam precisões consideráveis (Hasenack, 2000).

Aquisição dos dados pode ser feita através de levantamentos indirectos, como fotografias aéreas (fotogrametria e Detecção Remota), onde não há contacto directo (topográficos e geodésicos) com local em estudo, neste caso a mesma precisa de ser apoiada por conhecimentos técnicos e por dados colectados directamente em campo, através da topografia onde é possível colectar informações mais precisas em relação ao método indirecto (Hasenack, 2000).

##### **2.4.1. Levantamento Topográfico Planimétrico Cadastral**

O levantamento topográfico cadastral tem por finalidade de fixar por meio de plantas, mapas e documentos, medições de limites das propriedades territoriais públicas e/ou privadas com uma precisão que proporcione aos proprietários toda a classe de garantias jurídicas tais levantamentos com uma meta fiscal (Hasenack, 2000).

Para a geração de um levantamento topográfico planimétrico cadastral é necessário a aquisição de dados, as fontes de dados desempenham um papel fundamental tanto na qualidade dos dados como na qualidade do modelo utilizado para o levantamento cadastral. A aquisição destes dados pode ser feita através de levantamentos indirectos, como fotografias aéreas (fotogrametria), onde não há contacto directo com o local em estudo, neste caso a mesma precisa ser apoiada por um repertório de conhecimentos técnicos e por dados colectados directamente em campo, através da topografia onde é possível colectar informações mais precisas em relações ao método indirecto (Pereira, 2009).

O levantamento da informação cadastral e sua interpretação tornam-se uma importante ferramenta para subsidiar a intervenção no planeamento tanto no âmbito rural quanto no âmbito urbano. Políticas de desenvolvimento sustentável devem contar com sistema de informação especializadas consistentes. A organização de toda informação georreferenciada sobre determinado espaço geográfico com a finalidade

de gestão territorial deverá ser estruturada por uma base cartográfica o mapa cadastral e por uma base descritiva com informações (Antunes, 2017).

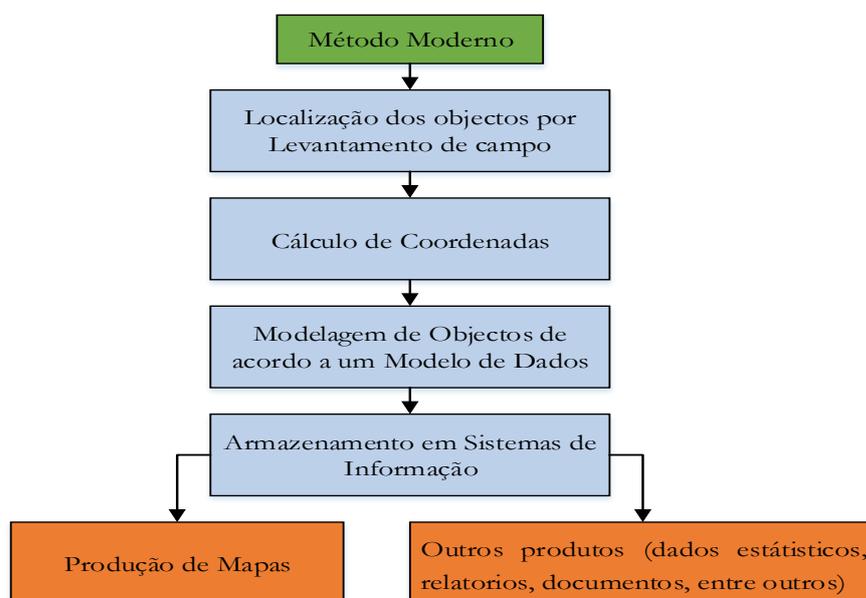
O levantamento topográfico planimétrico cadastral para fins de acção certificatória, representação de objectos de um terreno, deverá identificar correctamente quais são os seus limites. Se forem muros, identificados com a conversão correcta e, a quem pertence a área ocupada por um muro. A divisão deverá ser indicada em que face das parcelas das construções que, eventualmente, possam estar nas divisões (Hasenack, 2000).

## 2.5. Carta Cadastral

Carta cadastral é uma representação em escala adequada, geralmente planimétrica, destinada a delimitação rigorosa do parcelamento da propriedade territorial. A carta cadastral é a representação gráfica e o produto final dos levantamentos topográficos cadastrais (Hasenack, 2000).

A carta cadastral sendo uma carta planimétrica em escala 1:1.000 ou maior, cujos elementos básicos são constituídos pelos limites de propriedades e pontos de contorno de edificações devidamente identificados e levantados em campo. A carta cadastral está se falando de uma carta que engloba a área toda do município, porção da terra, ou seja, distrito, bairro, área urbana e área rural. Porém basta alertar que, a escala indicada na definição acima é de característica puramente urbana (Hasenack, 2000). A figura abaixo ilustra os processos de levantamento cadastral e representação cadastral.

**Figura 1:** Processos de levantamento cadastral e representação cadastral

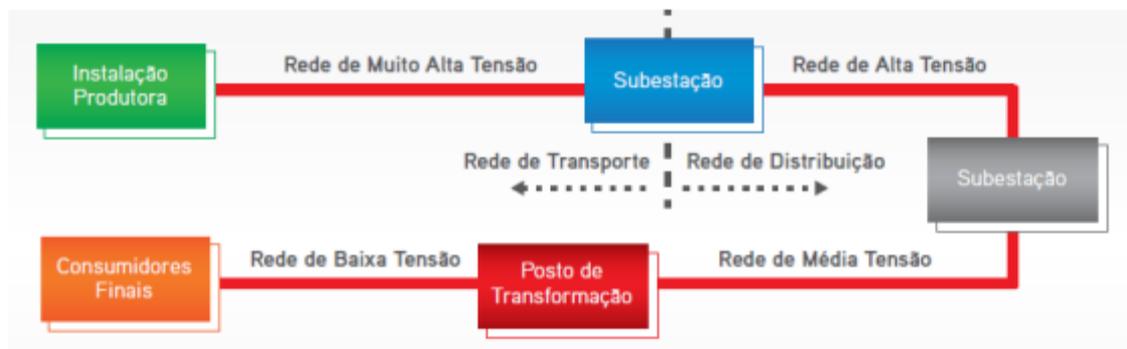


Fonte: Dantas, 2017

## 2.6. Rede de Energia Eléctrica

A rede de energia eléctrica é composto por um conjunto de infra-estruturas que se destinam a transmitir a energia eléctrica, desde a produção até aos consumidores finais. Para que essa condução seja mais eficiente são ajustados os níveis de tensão, o que permite que as perdas sejam minimizadas e maximizadas a capacidade de transporte de energia (Rego, 2017).

**Figura 2:** Fluxo Energético do Sistema Eléctrico



**Fonte:** Rego, 2017

Olhando para **figura 2** é possível notar que tensão tem tendência a decrescer à medida que nos aproximamos dos consumidores. A níveis mais alto de tensão estão associados menos perdas, o que implica que possa ser transportado mais energia com menores dissipações. Ocorre um maior risco eléctrico em tensão, elevados, pelo que nos locais mais próximos dos consumidores deve-se priorizar a segurança, o que obriga a redução de tensão. O encadeamento do Sistema de Energia Eléctrica (SEE) possibilita uma maior fiabilidade e eficiência, mas ao mesmo tempo assegura a segurança e garante os níveis de qualidade exigidos.

Assim sendo, uma vez que se pretende que o fornecimento de energia seja eficiente, a tensão apenas se apresentara nos valores de Baixa Tensão (BT). A Baixa Tensão Padronizada é de 230/400V que é fornecida a grande parte dos consumidores (Rego, 2017).

As redes de energia eléctrica têm como finalidade assegurar a transmissão e distribuição de energia desde as instalações de produção até aos consumidores finais. O primeiro diz respeito a tensão nominal (ou de serviço), que é a grandeza que determina a capacidade de transporte e fixa as dimensões das linhas e da aparelhagem das subestações. O segundo prende-se com a função que a rede deve assegurar que é o mais importante. O terceiro está ligado com a topologia da rede, fixando o seu modo de operação normal e as possibilidades de protecção primária em caso de falha (Ferreira, 2018).

### **2.6.1. Classificação de Rede de Transmissão de Energia Eléctrica**

Segundo Ferreira (2018), as redes de transmissão de energia eléctrica são:

- Rede de transporte;
- Rede de interligação;
- Rede de distribuição.

#### **2.6.1.1. Rede de Transporte**

As redes de transporte são feitas em alta tensão composta por torres muito altas que suportam as linhas de alta tensão, cobrindo uma vasta área geográfica, tais como: um país, uma região um município ,assegurando o trânsito de elevados volumes de energia eléctrica, entregue pelos grandes produtores, até as subestações de interface com as redes de distribuição (Ferreira, 2018).

As redes de transporte são aplicadas em longas distâncias, centenas de quilómetros, potências muito elevadas, para níveis de tensão de 150kV, 220kV e 400kV, apresentando uma elevada a fiabilidade e uma topologia de rede de em exploração malhada (Ferreira, 2018).

#### **2.6.1.2. Rede de Interligação**

As redes de interligação têm como finalidade assegurar a ligação entre redes de transporte, mas também entre as redes de distribuição podendo pertencer a países ou regiões vizinhas e além disso serem geridas por empresas diferentes. A rede interligada funciona interligada com 200kV ou 400kV e uma frequência comum de 50 Hz. Esta funcionamento tem como vantagens o facto de melhorar a segurança das redes interligadas, por via do socorro mutuo, no caso de perda de fontes geradoras de energia eléctrica (Ferreira, 2018).

#### **2.6.1.3. Rede de Distribuição**

A rede de distribuição tem como função levar a energia eléctrica aos consumidores domésticos ou indústrias, nos três níveis de tensão respectivos, sendo que eles, a baixa tensão, na qual deverão esta ligados os aparelhos directamente, a média tensão, que deverá alimentar todos os postos de transformação, a alta tensão, que deverá unicamente fornecer energia eléctrica as subestações. Estas redes também podem receber energia eléctrica produzida pelos produtores independentes, que usam fontes renováveis, tais como: energia solar, energia mini-hídrica, energia eólica, entre outras fontes de produção de energia eléctrica, e também podem receber energia produzida através de centrais de cogeração (Ferreira, 2018).

Segundo Rego (2017), a rede de distribuição, que é referido, contempla diferentes níveis de tensão, destina-se a transmitir a energia eléctrica desde a rede de transmissão até as instalações dos clientes e integra as seguintes componentes:

- Instalações Produtoras de Energia Eléctrica (IPEE);
- Subestações (SE);
- Postes de Média Tensão (PMT);
- Postes de Baixa Tensão (PBT);
- Linhas de Média Tensão Aérea (LMTA);
- Postos de Transformação (PT);
- Postos de Seccionamento (PS);
- Linhas de Baixa Tensão Aérea (LBTA);
- Clientes.

Aqui em Moçambique as instalações produtoras de energia eléctrica são: barragens, sistemas fotovoltaicos e subestações térmicas (Jone, 2022).

## **2.6.2. Classificação de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica**

As redes de distribuição são destinadas a conduzir e transmitir a energia eléctrica, desde as subestações ou de alguns centros de produção, até as instalações consumidoras. Estas redes são responsáveis pela entrega de energia aos clientes, operando em Alta Tensão (AT), em Média Tensão (MT) e em Baixa Tensão (BT). Podem fornecer a energia eléctrica aos clientes em qualquer que seja os níveis de tensão disponibilizados de acordo com o contrato realizado pelo mesmo com a instituição reguladora (Rego, 2017).

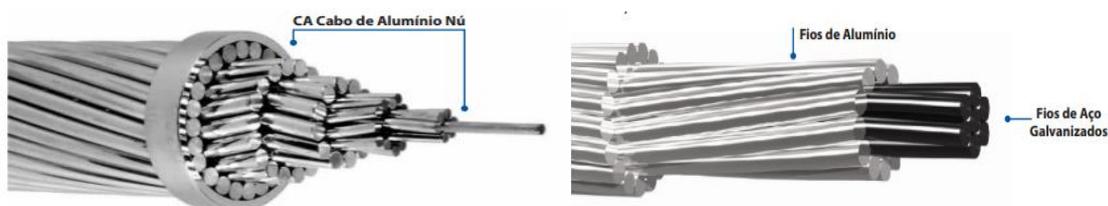
### **2.6.2.1. Rede de Média Tensão Aérea**

Segundo Ferreira (2018), as linhas de média tensão aéreas são constituídas pelos seguintes elementos:

**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 entre si.

**Figura 3:** Cabos utilizados nas Linhas de Média Tensão Aérea



Fonte: Bolotinha, 2019

Aqui em Moçambique, os cabos condutores utilizados na construção de linhas de média tensão aéreas são condutores de alumínio designados por “AAAC” de secção nominal de  $32.55\text{mm}^2$  (Tembe, 2022).

**Postes (apoios)** - definem-se como sendo elementos cuja função é suportar os condutores, podendo ser metálicos, de betão armado, ou em certos casos para linhas de BT ser de madeira. Regra geral, os apoios de BT são de betão ou em madeira. Um outro aspeto importante é a altura dos apoios sendo esta variável, dependendo da topografia do terreno e dos obstáculos que a linha tenha a atravessar (Bolotinha, 2019).

Segundo Bolotinha (2019), para isto, numa linha elétrica, durante todo o seu percurso podem existir diferentes tipos de apoios (postes) com funções diferentes, a saber:

- Isoladores;
- Cabos de guarda.

A **figura 4** abaixo mostra a passagem de uma linha de média tensão aérea sobre um pórtico com dois apoios (postes) de betão.

**Figura 4:** Passagem de uma linha de média tensão aérea nos postes



Fonte: Ferreira, 2018

### 2.6.2.3. Postos de Transformação

Os postos de Transformação são instalações destinadas a transformação da corrente eléctrica por um ou mais transformadores estáticos cujo secundário é de baixa tensão, destinados a alimentar a rede de distribuição de baixa tensão, bem como os pontos de ligação que dela dependem. Marcam assim o início da rede de distribuição de energia de Baixa Tensão (Rego, 2017).

O Posto de Transformação é constituído essencialmente por três componentes: equipamentos de interrupção/seccionamento e de protecção, um ou mais transformadores e o quadro geral de baixa tensão (Rego, 2017).

Aqui em Moçambique a alimentação dos transformadores (Posto de Transformação) é medida os valores das grandezas de saída para aferir o correcto funcionamento dos transformadores, o que significa que com o primário do transformador alimentado à uma tensão primária conveniente (33kV) no seu secundário deve apresentar a tensão de 0,4kV que é potência jusante (potência de saída) que alimenta a rede de baixa tensão (Tembe, 2022).

O posto transformação é relevante para o transporte da energia de um local para outro por conta da sua eficiência, transmissão e rapidez. Os postos de transformação são inseridos nas redes próximos dos centros de consumo, em diferentes áreas geográficas e com exigências diversas: zonas rurais e urbanas, ou elevada densidade de carga, com média ou elevada exigência de qualidade de serviço, de domínio público ou privado (Chissaque, 2022).

**Figura 5:** Posto de Transformação Aéreo suportado por um poste de betão armado à esquerda e Posto de Transformação Abrigado à direita



**Fonte:** próprio autor

#### 2.6.2.4. Postos de Seccionamento ou Interrupção

Os postos de seccionamento ou interrupção e de proteção refere-se a equipamentos que são colocados antes do posto de transformação ao longo da linha de média tensão que vão alimentar o Posto de Transformação (PT) e que se destinam à proteção da instalação da linha de média tensão que possibilitam ações de manobra e de manutenção da rede de energia eléctrica em Baixa Tensão. São equipamentos essenciais à transferência de cargas eléctricas em média tensão, possibilitam a operações de manutenção que exigem a colocação do Posto Transformação (PT) fora de serviço, podendo ser operados à distância ou manualmente junto ao Posto de Transformação. Estão restritos à utilização por pessoal especializado na área de energia eléctrica (Rego, 2017).

**Figura 6:** Posto de Seccionamento de linha de média tensão aérea



Fonte: próprio autor

#### 2.6.2.5. Chave Fusível

São dispositivos que permitem proteger a rede eléctrica e seus equipamentos de altas correntes, rompendo um fusível quando esta corrente a percorre e fazendo com que a chave abra interrompendo a circulação da corrente (De Lima M. G., 2011).

Nos postos de seccionamento e postos de transformação são utilizados três fusíveis (Drop-outs) da marca AB-CHANCE tensão nominal 35kV, corrente nominal 100A, poder de corte 8kA, tensão de choque de 95kV e uma distância de fuga de 216mm. Porém, estes deverão ser calibrados para corrente nominal é de LINK de 4,4A/6A (Tembe, 2022).

**Figura 7:** Chave fusível de um Posto Transformação e um Posto de Seccionamento



**Fonte:** De Lima P.E., 2011

#### 2.6.2.6. Chave Seccionadora

Este equipamento é utilizado para desligar e manobrar a rede permitindo que determinados trechos sejam desligados (De Lima M. G., 2011).

**Figura 8:** Chave fusível de um Posto Transformação e de um Posto de Seccionamento



**Fonte:** De Lima P.E., 2011

#### 2.6.2.7. Rede Eléctrica de Baixa Tensão

As redes de distribuição em baixa tensão quanto ao tipo podem ser: aéreas e subterrâneas. As redes aéreas são utilizadas em zonas rurais e semi-urbanas, enquanto as redes subterrâneas são usadas em zonas urbanas (Casalheira, 2017).

Existem essencialmente dois tipos de distribuição: subterrânea e aérea, sendo que se encontram tipicamente mais redes eléctrica subterrâneas em baixa tensão em meios urbanos e mais redes eléctrica em baixa aérea em meios rurais. Em algumas situações podem-se encontrar redes cuja composição é subterrânea e aérea, sendo aí designada rede mista (Rego, 2017).

As redes eléctricas de baixa tensão são elementos do sistema eléctrico que mais frequentemente estão sujeitos a modificações. A distribuição de energia eléctrica em baixa tensão inicia-se na saída do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) dos Postos de Transformação (Tembe, 2022).

Aqui em Moçambique actualmente as redes de baixa tensão aéreas são de condutores isolados em feixe, designados por cabos troçada (alumínio ou alumínio-aço). Os condutores eléctricos de distribuição em baixa tensão são normalmente constituídos por cinco condutores, sendo um destinado à iluminação pública e os restantes usados para a distribuição de energia. As tensões das redes baixa tensão aéreas são de 220 Volts para a tensão simple é de 380 Volts para a tensão composta. A distribuição em BT em feita sobre domínio de duas tensões, respectivamente, 380V/220V, sendo a primeira a tensão composta (tensão medida entre fase-a-fase) e a segunda a tensão simples, medida entre fase-neutro, a uma frequência de 50Hz (Tembe, 2022).

Os valores típicos para as redes de baixa tensão em Moçambique são 380/220 Volt (trifásica e monofásica, respectivamente), segundo o número 5 do artigo 3 do Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT) (EDM, 1976).

As redes eléctricas de Baixa Tensão (BT), ou seja, designadas de redes de distribuição em BT, são os elementos do sistema eléctrico que mais frequentemente estão sujeitos a modificações, seja pela necessidade de alimentação de novos clientes, planeamento a curto-prazo da rede ou ainda melhoramento da qualidade de serviço, trata-se de uma área de actuação em constante actualização (Jones, 2022).

#### **2.6.2.8. Rede Eléctrica de Baixa Tensão Aérea**

Segundo Ferreira (2018), os valores típicos para as redes de baixa tensão são os 230/400 V (monofásica e trifásica, respectivamente). As redes aéreas geralmente são instaladas sobre os postes (apoios de betão ou de madeira), mais concretamente em zonas rurais, aldeias e bairros suburbanos, as quais são constituídas em dois tipos de condutores:

- Condutores não isolados ou nus;
- Condutores isolados ou cabos torçados.

Os condutores não isolados fazem parte de um reduzido número de redes de baixa tensão aéreas. Recentemente, a utilização deste tipo de condutores tem vindo a ser cada vez mais escassa e a sua tendência tem vindo a ser progressivamente abandonada. Tal facto deve-se à actual remodelação da rede como tal, em substituição deste tipo de condutores, recorre-se à instalação de condutores isolados. Este tipo de condutores é constituído por cobre ou alumínio (Ferreira, 2018).

As primeiras redes de distribuição de energia eléctrica foram construídas com condutores de cobre nus, mais tarde substituídos por condutores nus de alumínio, apoiados por postes através de isolados de porcelana. Actualmente a rede de distribuição tem vindo a substituir este tipo de redes por condutores isolados, devido ao facto de o cobre ter atingido valores de custo bastante elevados, de modo a diminuir

o número de avarias e ao facto de ser mais fácil e rápida a instalação e manutenção a uma rede constituída por condutores isolados (Cascalheira, 2017).

Os condutores isolados em relação aos condutores não isolados são uma alternativa mais segura e apresentam um menor número de avarias na presença de condições atmosféricas adversas, em relação aos condutores não isolados. Além disso tem como vantagem o facto de ser mais fácil a instalação e manutenção na rede onde se insere este tipo de condutores. A principal desvantagem dos condutores isolados e a detecção de defeitos, caso haja perfuração do isolamento, a qual é difícil de encontrar através de inspeção visual a rede (Ferreira, 2018).

Os condutores isolados apresentam vantagens em relação aos condutores nus, sob o ponto de vista da qualidade de serviço, da segurança e no aspecto estético. No concerne a qualidade de serviço, a substituição de condutores nus por condutores isolados potência há uma diminuição do número de avarias (especialmente quando se verificam condições meteorológicas desfavoráveis, uma vez que o vento pode provocar o contacto de objectos estranhos com os condutores) e uma diminuição dos tempos de interrupção no fornecimento de energia eléctrica durante uma eventual substituição dos respectivos troços danificados (Cascalheira, 2017).

Aqui Moçambique as redes eléctricas em baixa tensão aérea encontram em zonas urbanas e zonas rurais (Tembe, 2022).

**Figura 9:** Condutores isolados ou cabos torçados

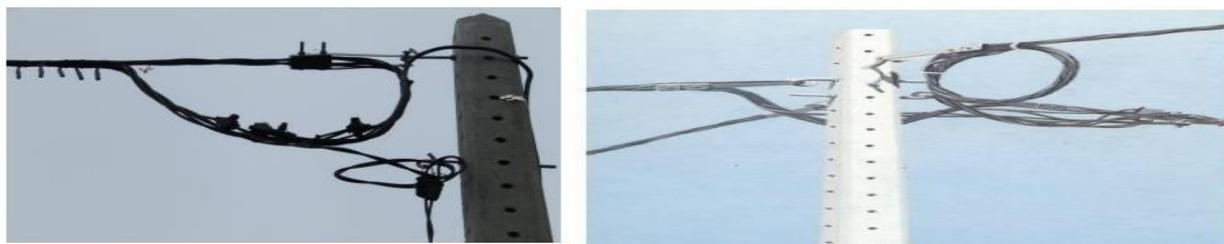


**Fonte:** Cascalheira, 2017

Relativamente a segurança, reduz-se o risco de contactos acidentais com elementos em tensão e aumenta-se a facilidade e a segurança das tarefas de conservação e exploração. Por fim relativamente ao aspecto estético o espaço ocupado pelos condutores isolados diminui significativamente em relação aos condutores nus (Cascalheira, 2017).

As redes eléctricas em baixa tensão aéreas apresentam-se como um elemento fundamental no sistema de transmissão de energia eléctrica. Estas são uma garantia de equilíbrio entre as melhores características económicas e técnicas para o transporte e distribuição de energia eléctrica, desde aos sistemas de produção até aos consumidores (Ferreira, 2018).

**Figura 10:** Rede de baixa tensão aérea



**Fonte:** Ferreira, 2018

#### **2.6.2.9. Componentes da Rede Eléctrica de Baixa Tensão Aérea**

Os principais elementos constituintes de uma rede de BT são: os apoios, cabos eléctricos, acessórios para fixação de cabos e ligadores para ramais individuais dos consumidores. Os apoios podem ser de betão armado, aço (metal) e madeira. Para a distribuição de baixa tensão são normalmente utilizados apoios de madeira tratada ou de betão, dispondo previamente ou não de acessórios (Pinças, Rotula, Argola e outros) para fixação e suspensão de cabos, sendo que nas redes nacionais (Moçambique) de baixa tensão e em quase todo mundo são aplicados cabos torçados de tipo torçados (ABC) de  $3 \times 70+55+25\text{mm}^2$ , sendo três para as fases, um para neutro e um para iluminação pública (Tembe, 2022).

#### **2.6.3. Rede Eléctrica de Baixa Tensão Subterrânea**

Estas redes são mais comuns em zonas urbanas e consistem em cabos enterrados directamente no solo ou inseridos em tubos ou galerias, que por sua vez são enterrados no solo. As redes de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão, as canalizações afectas a este tipo de rede tem de estar enterradas a pelo menos 0,8 metros, sendo que, no caso de travessias (que devem ser evitadas sempre que possível), a distância aumente para 1 metro de profundidade (Rego, 2017).

Actualmente, as redes de energia eléctrica de distribuição subterrâneas em baixa tensão são utilizadas em meios urbanos e semi-urbanos, e a forma mais consensual de instalação das redes eléctricas, visto que são as redes esteticamente mais apreciadas, do que as redes aéreas uma vez que estão colocadas em valas e armários. No entanto, tem grande desvantagem de a sua instalação ser muito mais dispendiosa do que a instalação das redes aéreas (Casalheira, 2017).

A instalação das redes subterrâneas pode ser efectuada de duas formas: condutores da rede podem ser instalados directamente no solo das valas, ou podem ser instalados em tubos colocados nas valas. Este tipo de rede tem vantagem de não estar sujeito a perturbações por parte de elementos exteriores que ponham em causa o bom funcionamento da rede excepto quando existem danos provocados por

escavações. O estabelecimento das redes subterrâneas está limitado a caminhos públicos, uma vez que não pode existir travessias em propriedades privadas (Cascalheira, 2017).

**Figura 11:** Rede de baixa tensão subterrânea



Fonte: Rego, 2017

## 2.6. Base de Dados

Uma base de dados é uma coleção de dados relacionados, organizados e armazenados de forma persistente (permanece depois de ser processado por muito) num ambiente computacional ou não. A constituição, acesso e a gestão de dados existentes numa base de dados são estabelecidas através do Sistema de Gestão de Base de dados (Silva, 2002).

Uma base de dados é o local onde se podem guardar vários tipos de informações de um modo organizado, metódico e seguro, permitindo formas eficazes de manutenção e consulta. O conceito de base de dados está associado a gestão de grandes volumes de dados. Antes da existência dos computadores, a forma como se guardava a informação, era pouco eficaz, com muitas desvantagens para os utilizadores. Com o surgimento das bases de dados computacionais, o arquivo de informação tronou-se mais eficaz, contudo foi necessário implementar um sistema de gestão, surgindo assim, o Sistema de Gestão de Base de Dados (Alcantara, 2009).

### 2.6.1. Base de Dados Alfanumérica

Os dados alfanuméricos consistem em atributos descritivos ou dados sem referência geográfica (referência espacial), porém relevantes a uma feição no espaço, sua concepção visa conservar e gerir estes dados. Pode ser descritiva por intermédio de tabelas (entidades), linhas (tuplas), colunas (campos) e chaves (primárias e estrangeiras). Em uma tabela relacional existem linhas e colunas nas quais cada linha corresponde a um atributo da entidade representada, e existe uma coluna que evidência cada linha de dados designada chave da tabela. A base de dados alfanumérica armazena os atributos das feições, podendo ser estes atributos nominais (Alcantara, 2009).

## 2.6.2. Base de Dados Espacial

Base de Dados Espacial é o nome atribuído aos sistemas gerenciadores de base de dados, capazes de gerenciar dados com representação geométrica (com geometria dos dados geográficos). São utilizados em diversas áreas científicas não só as ligadas a geoprocessamento, como também nas áreas de Medicina, Astronomia, Engenharia e outras áreas científicas (Filho & Iochpe, 1996).

A base de dados espacial é caracterizada pelos sistemas de bases de dados espaciais utilizados em aplicações de geoprocessamento, ou seja, espacialização dos sistemas de bases de dados espaciais (Filho & Iochpe, 1996).

Base de dados espacial é um conjunto de dados organizados de modo a atender uma determinada finalidade, ou um conjunto de finalidades, com uma coluna exclusiva para geometria dos dados geográficos. A base dados espaciais é utilizado quando os dados a serem armazenados possuem características espaciais, ou seja, possuem propriedades que descrevem a sua localização no espaço e sua forma de representação (Silva, 2002).

## 2.7. Software Livres e de Código Aberto

Há uma grande variedade de *softwares* que se encontram disponíveis gratuitamente, ao mesmo tempo em que se observa um crescente interesse das pessoas sobre o mundo, as possibilidades e as vantagens dos *softwares* livres (Figueiro et al., 2005).

O conceito de *software* gratuito ou *freeware*, é bastante simples e directo. Um *software* gratuito pode ser copiado e distribuído gratuitamente, ou seja, é um programa que se pode utilizar sem pagar. Este tipo de programa é fornecido somente na sua forma binária, ou seja, o programa executável. O código fonte, que são as instruções que formam o programa, não é disponibilizado, o que significa que o programa não pode ser modificado, e nem estudado ou examinado. O programa apenas pode ser usado da forma como foi disponibilizado, e também podem existir limitações na sua distribuição (Maia, 2011).

Segundo Figueiro et. al (2005), afirma que é desta forma, um *software* só pode ser classificado como livre gratuito quando atende, simultaneamente, às quatro liberdades básicas definidas pela *Free Software Foundation* - FSF:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito;
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo;

- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e libertar os seus aperfeiçoamentos, de modo a que toda a comunidade se beneficie. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

### **2.7.1. Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD)**

Um Sistema de Gestão de Base de Dados SGBD é uma aplicação informática que fornece a interface entre os dados armazenados fisicamente na base de dados e os utilizadores desses dados. O SGBD tem muitas funções pré-implementadas. Portanto, o SGBD fornece um conjunto completo de serviços de acesso aos dados, onde é necessário uma linguagem que permite ao utilizador operar sobre a base de dados sendo a SQL (*Structured Query Language*) (Silva, 2002).

O PostgreSQL é um sistema de gestão de base de dados relacional avançada, e também de código livre e aberto, tornando-o mais popular e acessível a grande número de usuários tem com extensão para manipulação de dados espaciais que é a *PostGIS*. Os dados espaciais vectoriais são armazenados como geometria (plana) ou geográfica (esférica) e são armazenadas em coluna geralmente do subtipo especificado como *point*, *linestring* e *polygon* que é a extensão de armazenamento de dados espaciais no PostgreSQL. Estas colunas são a representação espacial do objecto. Esta extensão *PostGIS* não só, é usada para dados rasterizados usando o tipo de dados raster (Muianga, 2006).

Todos tipos de dados geográficos podem ser exportados do *PostGIS* usando uma variedade das funções de exportação fornecidas. Além de que, a biblioteca *PostGIS* contém um grande conjunto de funções de SIG, gerir, construir e editar os objectos como medir as suas relações espaciais entre geometrias, tornado o sistema SIG completo. No entanto, *PostGIS* não é empacotado com *software* de terceiros para acessar a base de dados sempre que for necessário visualizá-los. Para os dados espaciais, sistemas SIG de desktop como QGIS podem carregar dados espaciais directamente como camada assim que forem conectados com a base de dados no ambiente de mapeamento, onde se pode tirar proveito das ferramentas disponíveis nesses *softwares* (Muianga, 2006).

Existem vários SGBD comerciais e de código livre aberto (Mysql, Oracle, SQL Server, PostgreSQL) para dados alfanuméricos não espaciais, mas as espaciais estão doptadas em gerir ambos, o que torna estes mais relevantes nos estudos de Sistemas Informação Geográfica (Silva, 2002). Nestes SGBD citados tem-se como foco PostgreSQL para o desenvolvimento da base de dados espacial neste presente trabalho.

#### **2.7.1.1. PostgreSQL/ PostGIS**

Segundo Juvane (2007), o postgresQL é um SGDBR que usa o modelo cliente-servidor para organizar os dados, sendo um SGBD derivado do pacote Postgres, e que é usado no desenvolvimento de aplicações

que manipulam dados geográficos ou espaciais. Esta ferramenta como qualquer outra ferramenta possui características, que lhe são específicas ou básicas:

- É um SGBD com código-fonte aberto e gratuito, com capacidade para armazenar grande volume de dados de tamanho não fixo;
- Permite o armazenamento de dados históricos;
- Permite efectuar consultas sobre o estado da base de dados em um determinado momento do passado e realizar várias transacções ao mesmo tempo. É um SGBD com código-fonte aberto e gratuito, com capacidade para armazenar grande volume de dados de tamanho não fixo;
- Permite o armazenamento de dados históricos;
- Permite efectuar consultas sobre o estado da base de dados em um determinado momento do passado e realizar várias transacções ao mesmo tempo.

O *PostGIS* apresenta algumas características como: ferramentas de interface, suporte da topologia, validação de dados, transformação de coordenadas, capacidades de geo-processamento e APIs de Programação, o que o oferece capacidades cartográficas ao PostgreSQL (Muianga, 2006).

Os dados do *PostGIS* podem ser exportados para saídas de diversas do SIG, usando uma livreria OGR C++ e também ferramentas da linha de comando, para além de que qualquer linguagem de programação (como Perl, PHP, Python, TCL, C, C++, Java) que for usada com o *PostgreSQL*, pode igualmente ser usada com o *PostGIS* (Juvane, 2007).

Uma sessão do *PostgreSQL* consiste do cliente e do servidor que cooperam entre si. O servidor *PostgreSQL* é responsável pela gestão de arquivos da base de dados, e aceita as solicitações feitas pelo cliente *PostgreSQL*, permitindo deste modo a execução de tarefas na base de dados, em nome do cliente. A gestão dos arquivos da base de dados no servidor *PostgreSQL* é feita pelo *postmaster*. O *postmaster* é um programa servidor da base de dados que está sempre em execução, aguardando por novas conexões ou solicitações dos clientes *PostgreSQL*, enquanto os processos dos servidores associados aos clientes surgem e desaparecem (são executados) (Juvane, 2007).

Uma das grandes vantagens do *PostgreSQL*, consiste na capacidade que este tem de executar *Stored Procedures* em várias linguagens de programação como: Java, Perl, Python, Ruby, Tcl, C/C++, e o seu próprio PL/pgSQL que é similar a PL/SQL usado no SGBD Oracle, facto que lhe confere uma certa compatibilidade com as bases de dados desenvolvidas em Oracle. Além disso, este possui ainda uma particularidade que tem a ver com a estrutura que tem incorporado em si, que permite aos desenvolvedores definir e criar seus próprios tipos de dados, funções e operadores (Muianga, 2006).

Para o presente trabalho, o PostgreSQL foi usado para a criação e armazenamento da base de dados não espacial e a componente ou extensão espacial, o *PostGIS* para armazenamento da informação geográfica ou espacial, cuja estrutura destas, para o modelo proposto é apresentada mais adiante neste trabalho.

### 2.7.2. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

A definição abrangente, mas num contexto específico, um SIG é um sistema de suporte à tomada de decisão num ambiente de respostas a problemas, encaram o SIG como uma base de dados indexados espacialmente para responder às consultas sobre entidades espaciais (Tomnilson, 2007).

O termo Sistemas de Informação Geográfica é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. O SIG oferece ao utilizador ou administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (De Lima P. E., 2011). A **figura 12**, demonstra a área de atuação dos Sistemas de Informação Geográfica.

**Figura 12:** Arquitectura de um SIG



Fonte: De Lima P. E., 2011

Para o desenvolvimento de actividades quotidianas dos seres humanos e sua interação com o espaço, é imprescindível o conhecimento espacial, uma vez que quase todos os fenômenos diariamente confrontados são expressos territorialmente. Desta forma, as tarefas de representar, analisar e

compreender a dimensão espacial desses fenômenos é incumbida aos SIG como um dos seus principais desafios (Correia, 2011).

Segundo De Lima P. E (2011), numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e manipulação de dados;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de uma base de dados geográficos).

Estas componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de base de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributo (De Lima P. E., 2011).

De uma forma geral, as funções de processamento de um SIG operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal. A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados (De Lima P. E., 2011).

### **2.7.3. Software de Sistemas de Informação Geográfica – QGIS**

O QGIS é o *software* de SIG livre de código aberto e um projecto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGF). É licenciado pela licença pública GNU8 da *General Public License* (GPL) e funciona em plataformas Linux, Mac, Unix, Windows e Android. Suporta vários formatos (matricial, vectorial, bases de dados e funcionalidades) e fornece uma interface para visualização, edição, análise de espaciais georreferenciados (Open Source Geospatial Foundation, 2019).

O desenvolvimento desse *software* QGIS é realizado por uma comunidade composta por programadores voluntários do mundo inteiro que contribuem na documentação no qual utiliza-se as linguagens de programação Python e C++, na correcção e elaboração de relatório de erros e no desenvolvimento e ferramentas auxiliares (*plugins*) para o processamento de dados (OSGF, 2019).

## 2.8. Base de Dados Espacial e Sistemas de Informação Geográfica

Um SIG como ferramenta de análise de reconfiguração de redes de distribuição de energia eléctrica, juntamente com a evolução e tendências para o SIG. Um aplicativo com uma boa concepção, graficamente, os resultados de simulações de manobras na rede de distribuição e os valores resultantes do fluxo de potência para suas principais grandezas eléctricas (Barbosa, 2008).

Uma aplicação de Sistemas de Informação Geográfica para suporte aos sistemas de distribuição de energia eléctrica, desenvolvida com uma base de dados geográficas e alfanumérica, o sistema pode ser utilizado para tomadas de decisões estratégicas (Barbosa, 2008).

O armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIGs. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas. Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais;
- Como ferramenta para produção de mapas.

A integração de dados aparece com frequência crescente como o volume e a necessidade de compartilhar dados existentes. A necessidade da troca de dados advindos de diferentes fontes vem crescendo relativamente, justamente pelo grande tráfego de informação que é gerado tanto em sistemas convencionais como a base de dados. Tais dados, usualmente gerados por pessoas, são escritos de várias maneiras, sendo que, em alguns casos, um mesmo objecto do mundo real pode ser representado de várias formas. Neste cenário, tem-se a necessidade de identificar similaridades entre tais objectos (Suder & Dorneles, 2006).

Os dados espaciais são provenientes de fontes como mapas, imagens de satélites, censos, sistemas de posicionamento geográfico, fotografias e aéreas. Por isso, a integrar todos esses dados num SIG. A possibilidade de poder manipulá-los, uma vez que são provenientes de diferentes origens ou fontes, e podem estar nos dois (2) modelos de representação (raster e vectorial). Ela consiste em extrair dados de diferentes fontes (por exemplo de bases de dados), aplicar transformações (juntar, calcular, verificar duplicados e procurar) a estes dados e enviar os resultados para o sistema destino (usuário), fornecendo

aos usuários do mesmo, uma visão unificada dos dados, deixando de fora qualquer informação que não se aplica à pesquisa ou consulta (Ribeiro, 2006).

Sob o ponto de vista de como a integração dos dados é feita, podem ser consideradas dois (2) tipos de integração: a integração manual e a integração electrónica. A integração manual consiste da troca, do envio e da recepção dos dados, que se dá através das pessoas que produzem ou manipulam os dados. Este tipo de integração apresenta como desvantagem a existência de: erros durante a transcrição (leitura, interpretação e digitação), perdas (de tempo e custo de transcrição), e decisões incorrectas devido a falta de padronização na integração dos dados (Ribeiro, 2006).

Na integração electrónica, os dados ou informações são transmitidos entre sistemas sem intervenção humana em cada interação, os dados produzidos e armazenados em diferentes bases de dados são acessados de forma unificada, através de mecanismos próprios. Esta abordagem oferece como vantagem a eliminação da transcrição de dados (não há erros de leitura, interpretação e digitação), ganho de tempo (as decisões podem ser tomadas imediatamente e com maior volume de dados) (Ribeiro, 2006).

A utilização dos Sistemas de informação Geográfica (SIG) para minimizar custos de adequação do carregamento eléctrico dos transformadores que compõem um sistema de distribuição, para uma demanda projectada ao longo do horizonte de planeamento adoptado pela concessionária (empresa ou instituição responsável pelo fornecimento de energia eléctrica). Apresenta-se a organização actual das concessionárias quanto a gerência de distribuição e descreve os elementos que compõem o sistema assim como os critérios adoptados para expandir, operar e manter tal sistema dentro de padrões estabelecidas. Demonstra, ainda, os fundamentos necessários a concepção do sistema bem como as técnicas, convencionais que vêm sendo utilizadas (Barbosa, 2008).

## Localização Geográfica da Área de Estudo

Neste capítulo pretende-se apresentar a caracterização da área de estudo, características da área de estudo, descrição da rede de energia elétrica, características geográficas, descrição demográfica e localização geográfica da área de estudo.

### 3.1. Caracterização da Área de Estudo

O Município de Maputo, enquanto entidade autónoma, resulta da reforma mais marcante na administração do Estado moçambicano, em cumprimento do nº 1 do artigo 250, conjugado com os artigos 262 a 264 e do nº 1 e 2 do artigo 271, ambos da Constituição da República que plasmam a descentralização, esta entendida como um processo de devolução de poderes ao nível local.

Este processo fez nascer a política de municipalização que, em 1996, através da lei 9/96 de 22 de Novembro, criou o quadro legal para a coexistência dos órgãos locais do Estado com o Poder Local, este compreendendo as autarquias locais. E em 1997, pela lei 2/97 de 18 de Fevereiro promulgou o regime jurídico das Autarquias locais para a implantação inicial dos 33 municípios.

Em termos geográficos, o Município de Maputo localiza-se no Sul do Moçambique, a Oeste da Baía de Maputo, no Santuário da Espírito Santo, onde desaguamos rios Tembe, Umbelúzi, Matola e Infulene. O Município de Maputo é limitado a Norte Distrito de Marracuene a Sul pelo Distrito de Matutuine a Este pelo Baía de Maputo e Oeste pelo Município da Matola. O Município de Maputo ocupa uma área de  $346,77 \text{ km}^2$  (Conselho Municipal de Maputo, 2017).

Do ponto de vista da divisão administrativa, o Município de Maputo é composto por 7 Distritos Municipais, constituído por um total de 64 bairros em todo município (Conselho Municipal de Maputo, 2017).

Segundo os dados de Censo de 2017 fornecidos pelo INE, o Município da Cidade de Maputo possui 1080.277 habitantes, dos quais 521.356 do sexo masculino e 558.921 do sexo feminino.

**Tabela 1:** Divisão Administrativa do Município de Maputo

<b>Unidade Administrativa</b>	<b>Área (<math>km^2</math>)</b>	<b>Número de bairros</b>	<b>População</b>
Distrito Municipal KaPfumu	52	11	106.263
Distrito Municipal Nhlamankulu	12	11	155.462
Distrito Municipal KaMaxakeni	20	8	223.688
Distrito Municipal KaMavota	30	11	293.768
Distrito Municipal KaMubukwana	52	14	293.998
Distrito Municipal Katembe	107	5	20.629
Distrito Municipal KaNyaca	43	3	5.211
<b>Total</b>	<b>316</b>	<b>63</b>	<b>1.099.019</b>

**Fonte:** Conselho Municipal de Maputo, 2017

### **3.2. Descrição da Rede de Energia Eléctrica do Município da Cidade de Maputo**

A rede de energia eléctrica cobre quase a totalidade o Município da Cidade de Maputo e, actualmente, já existe iluminação pública quase em todas as zonas da cidade e bairros periféricos. Segundo informações fornecidas pela Electricidade de Moçambique - Direcção Regional da Cidade de Maputo, em Maputo foi instalada cerca de 251.183 contadores do Sistema *Credelec* incluindo o Distrito de KaTembe, beneficiando a uma população 1.255.913 (um milhão, duzentos e cinquenta e cinco mil, novecentos e treze) (Conselho Municipal de Maputo, 2017).

### **3.3. Características Geográficas do Distrito Municipal KaMubukwana**

O Distrito Municipal KaMubukwana, possui uma área de 52  $km^2$ , composto por 14 bairros. Limita-se a Norte com o Distrito de Marracuene, a Sul com o distrito Municipal KaTembe, a Este com os Distritos de Nhlamankulu e KaMavota, a Oeste com Município da Matola. Insere 14 bairros, a saber: Luís Cabral, Jardim, Inhagoia A e B Nsalene, 25 de Junho A e B, Bagamoio, George Dimitrov, Zimpeto, Malhazine e Magoanine A, B e C (CMM, 2008).

Dos 14 bairros existentes no Município de Maputo, somente foi considerado neste presente trabalho o bairro de Malhazine como área de interesse. Razões pelas quais serão detalhas mais adiante no capítulo de Materiais e Métodos.

### **3.4. Descrição Demográfica do Distrito Municipal KaMubukwana**

Segundo os dados de Censo de 2017 fornecidos pelo INE, o distrito de Municipal KaMubukwana está estimado com uma população de 153.330 do sexo masculino e 166.588 do sexo feminino totalizando uma população de 319.968 habitantes (INE, 2017).

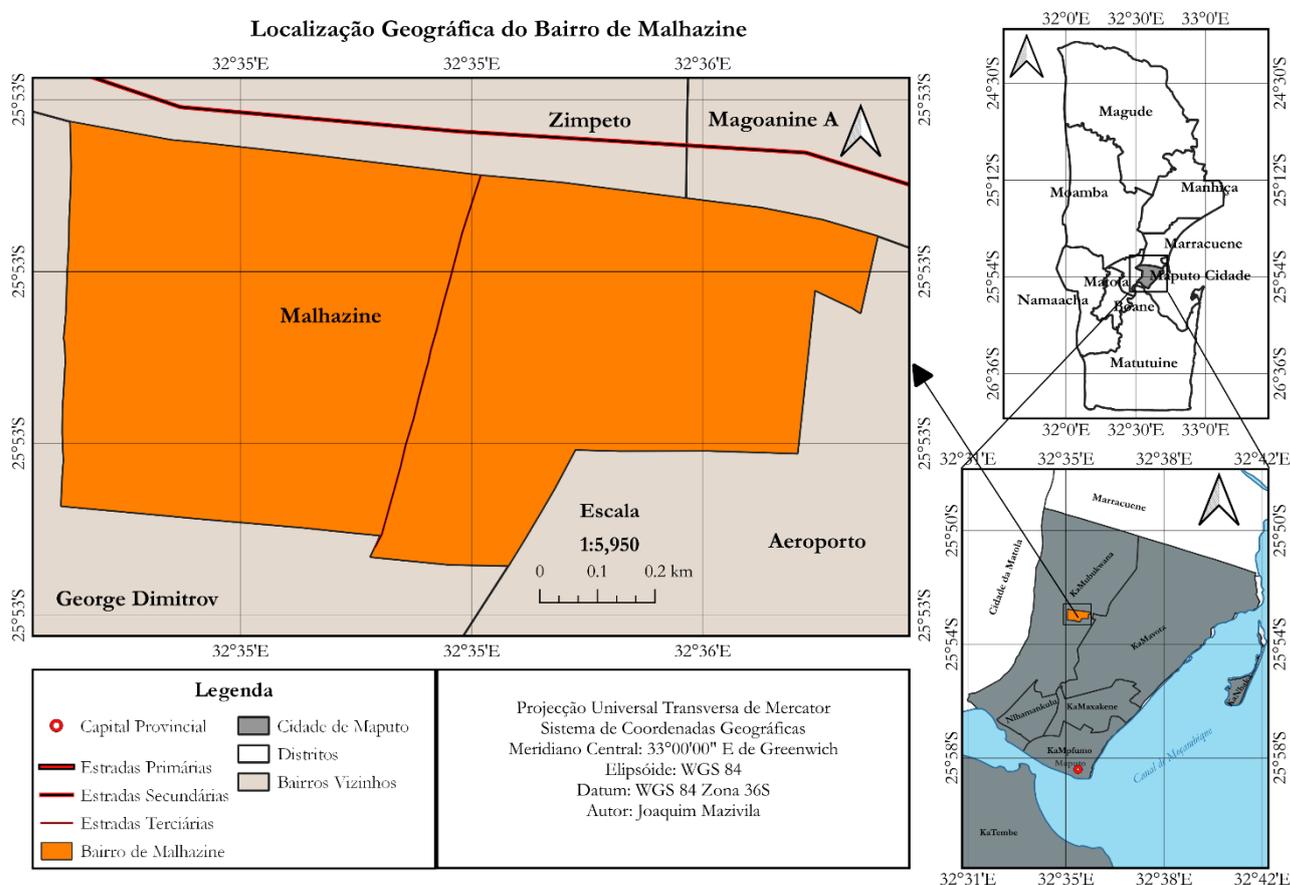
### 3.5. Fonte de Alimentação da Rede de Energia Elétrica do Bairro de Malhazine

Os Postos de Transformação (PTs) do bairro de Malhazine são alimentados pela subestação de Magoanine que fornece uma linha de média tensão de 33 KV localizada na Avenida Julius Nyerere, próximo a Praça da Juventude, esta linha está bialimentada para que em caso de avaria de uma das partes fica a funcionar sob alimentação da outra. Esta subestação faz parte de uma subdivisão da rede denominada Divisão de Transporte Sul (DTSU) com linhas de transporte de tensões entre 66, 110 e 275KV, transferindo ao todo uma potência de cerca de 495MVA (Mega Volt Amperes) (EDM, 2016).

### 3.6. Localização do Bairro de Malhazine

O bairro de Malhazine pertence a Cidade de Maputo, Distrito Municipal de KaMubukwana, Município de Maputo. O bairro de Malhazine situa-se entre os paralelos 25°52'41" e 25°53'13" de latitude Sul e entre os meridianos 32°34'52" e 32°35'42" de longitude. Tem como limites: a Norte Avenida Lurdes Matola, a Sul Aeroporto e bairro George Dimitrov, a Este Aeroporto e Oeste bairro George Dimitrov (Conselho Municipal de Maputo, 2017).

Figura 13: Mapa de Localização Geográfica.



Fonte: elaborado pelo autor

## Material e Métodos

Neste capítulo é apresentada a descrição detalhada dos dados utilizados, tanto no que concerne aos procedimentos considerados para o desenvolvimento de uma base de dados espacial de cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea da área de estudo.

### 4.1. Material

#### 4.1.1. Dados usados

Para o alcance dos objectivos traçados neste trabalho, utilizou-se dados de diferentes fontes referentes a área de estudo. Um dos fundamentais dados a serem utilizados, inclui as coordenadas que foram colhidas na área de estudo das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão no bairro de Malhazine, localizado no Município de Maputo no Distrito Municipal KaMubukwana. É de salientar que, este Município de Maputo do ponto de vista administrativo é constituído por 7 distritos municipais com 63 bairros. Dos quais o bairro de Malhazine foi escolhido o bairro como área estudo deste trabalho pela disposição de dados necessários para fazer trabalho, por estar bem parcelado e pela facilidade de aquisição dos mesmos. O bairro de Malhazine é constituído por 74 blocos e por 22 ruas. Das 4 ruas principais nomeadamente: rua do Monumento, Noémia de Sousa, rua do Fim do Muro e rua dos Estaleiros. Das ruas 18 ruas secundárias enumeradas de 1 a 18.

Os dados colhidos na área de estudo, dispõem-se de sistema de coordenadas geográficas das componentes da rede de energia eléctrica de um total de 217 pontos projectadas Sistema de Coordenadas Geográficas no Datum WGS 84 colhidos por GNSS Garmin GPSMAP 65S, dos quais 125 postes que suportam as linhas de média tensão aérea, 5 são postos de seccionamento (PS), dos quais 2 postos de seccionamento pertencem ao bairro dos restantes 3 pertencem aos bairros vizinhos, 8 são postos de transformação (PT), dos quais 3 postos de transformação pertencem ao bairro dos restantes 5 pertencem aos bairros vizinhos. Um posto de seccionamento pode ser constituído por 1 ou dois postes de média tensão. Dos 79 pontos dos postes que suportam as linhas de baixa tensão aérea. As coordenadas dos postes que suportam as linhas de baixa tensão aérea foram colhidas em uma parte que compõe a rede eléctrica do bairro das seguintes ruas: rua Noémia de Sousa, rua da Paz, rua do Monumento, rua do Fim do Muro, rua 9, rua 14, rua 15, rua 15, rua 16, rua 17, rua 18 e a rua que faz o limite com bairro e o Aeroporto. Foi necessário fazer o levantamento de dados dos postes e das linhas de média tensão por

ser fonte de alimentação dos Postos de Transformação que transmitem a energia elétrica na rede de Baixa Tensão Aérea.

De salientar que os dados dos clientes utilizados no presente trabalho não foram fornecidos pela entidade fornecedora da energia por questões de segurança. Foram utilizados dados para simular e fazer o teste da base de dados desenvolvida.

Escolheu-se o *software* QGIS para processamento dos dados e conectar com base de dados, por ser um *software* que aceita diferentes projecções de mapas e visualização, que é um software livre, multiplataforma. No QGIS é possível criar, editar e visualizar mapas utilizando os dados já preenchidos em uma base de dados espacial, é necessário a criação de uma conexão entre QGIS e a base de dados espacial. As tabelas da base de dados são conectadas ao QGIS são demonstradas pelo SIG através camadas, onde uma pode se sobre uma da outra ou completando-a e fazer consultas espaciais.

Uma funcionalidade do QGIS é realizar consultas na base de dados conectado através do Sistema de Gestão de Base de Dados interno e os resultados através da Linguagem de Consulta Estruturada (*Structured Query Language* - SQL), que tem como retorno linhas e colunas com valores espaciais, o usuário pode criar camadas e exibí-los com as camadas oriundas da base de dados espacial.

A partir de uma base de dados denominada BDCOV250, disponibilizada pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA), esta que é uma instituição responsável pela produção e disponibilização de informações geográficas em Moçambique, foram extraídos dados em formato *shapefile* (*.shp*) da ESRI, necessários para a concepção do mapa de localização da área de estudo.

**Tabela 2:** Dados colhidos na área de estudo

<b>Dados</b>	<b>Pontos Colhidos</b>
Media Tensão	125
Baixa Tensão	79
Postos de Transformação	8
Postos de Seccionamento	5
<b>Total</b>	<b>217</b>

**Fonte:** próprio autor

#### 4.1.2. Descrição dos dados usados

**Tabela 3:** Descrição dos dados utilizados

Tipo de dado	Modelo de dado	Formato	Fonte	Utilidade
Coordenadas das componentes da rede de energia eléctrica	vectorial	GPX (.gpx)	Levantamento no Bairro de Malhazine	Usados para gerar a geometria das componentes da rede de energia eléctrica
Dados dos clientes	Alfanuméricos	Excel (.xlsx)	Levantamento no Bairro de Malhazine	Usados para fazer correspondência de cada ligação efectuada
Vias de acesso	Vectorial	Shapefile (.shp)	Conselho Municipal da Cidade de Maputo	Usados para gerar o mapa de localização da área de estudo
Ruas	Vectorial	Shapefile (.shp)	Conselho Municipal da Cidade de Maputo (Direcção de Cadastro da Cidade de Maputo)	Usados para gerar o mapa do cadastro das componentes da área de estudo
Limites do Distrito	Vectorial	Shapefile (.shp)	CENACARTA	Usados para gerar o mapa de localização da área de estudo
Extensão da Área de Estudo				

**Fonte:** adaptado pelo autor

#### 4.1.3. Equipamentos Computacional e Instrumento de Colecta de Dados

Para a concretização do deste trabalho, foi usado diferentes *Softwares* de modo manipular os dados adquiridos em diferentes fontes, dentre estes *Softwares* e *hardwares*, figuram diferentes equipamentos, incluindo um computador portátil e um conjunto de *Softwares* livres e de código aberto e um GPS para levantamento de dados na área de estudo, ilustrados na tabela abaixo.

**Tabela 4:** Descrição dos Softwares, hardwares e equipamento de levantamento de dados

<b>Software</b>		
<b>Tipos de Software</b>	<b>Software e sua Versão</b>	<b>Função</b>
SIG Desktop	QGIS 3.24.3 (Pi)	Elaboração de Mapas, geração da geometria das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea, integração dos dados espaciais na base de dados espacial
SGBD	PgAdmin 4 (PostgreSQL 9.6/PostGIS)	Concepção da base de dados espacial das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea cadastrais.
Microsoft Visio	Visio 2016	Elaboração de fluxograma de procedimentos
Navegador	Google Chrome	Pesquisa de material bibliográfico
<b>GPS</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Precisão</b>	<b>Função</b>
Garmin GPSMAP 65S (Multi-Band)	3 metros	levantamento das coordenadas das componentes da rede eléctrica em baixa tensão aérea da área de estudo
<b>Hardware</b>		
Modelo	Laptop LENOVO G50	
Processador	Intel(R) Core (TM) i3-4005U CPU @ 1.70 GHz 1.70 GHz	
Memoria RAM	4.00 GB	
Sistema Operativo	Microsoft Windows 10 Pro	

**Fonte:** adaptado pelo autor

**Figura 14:** GPS utilizado para levantamento de dados na área de estudo



**Fonte:** próprio autor

## 4.2. Métodos

Para alcançar o objectivo geral do trabalho fez-se uma revisão bibliográfica, através de consultas dos trabalhos científicos já realizados nesta área de investigação, de modo a analisar e compreender a forma como a base de dados espacial foi implementada na área de cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea, bem como aplicada em outras áreas para a resolução de problemas específicos.

Também foi feito consultado informações na internet no site da EDM ([www.edm.co.mz](http://www.edm.co.mz)). Onde estão disponíveis todas as informações das redes de distribuição da Cidade de Maputo estão actualizados e constam na internet referentes ao tipo de condutores eléctricos, potência nominal, classe de tensão, proteção primária, material de fabrico foram usadas estas informações das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea para elaboração da base de dados que são os atributos de algumas entidades que constituem a base de dados, pois possuem toda a informação técnica necessária para analisar e compreender o funcionamento das redes de distribuição em baixa ou média tensão.

### 4.2.1. Método usado para o Levantamento

A escolha do método deve-se analisar se área de estudo se oferece as condições para o método, os objectos ou informação que se pretende levantar se método a aplicar é adequado, observando critérios como precisão, vizinhança, economia e rapidez (Hasenack, 2000).

Para o propósito deste trabalho foi usado especificamente o método de levantamento topográfico planimétrico cadastral com recurso a GPS, particularmente apropriado para a colecta das coordenadas

das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão Aérea na área de estudo, a saber: postos de seccionamento, postos de transformação, postes media tensão e postes de baixa tensão.

A escolha do método levantamento topográfico planimétrico cadastral usando GPS foi por possuir características apropriadas para o levantamento das coordenadas das componentes da rede de energia eléctrica em Baixa Tensão Aérea, confecção de cartas cadastrais, elaboração do croqui de levantamento e de anotação dos valores numéricos determinados em campo (coordenadas geográficas das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea). Escolheu-se o método de levantamento topográfico planimétrico cadastral usando GPS por possuir critérios tais como: mais preciso, rápido e económico comparado com os métodos fotogramétricos e geodésico para este tipo de trabalho de elaboração de mapas ou representação de rede de energia eléctrica.

#### **4.2.1.1. Levantamento de Dados na Área de Estudo**

O levantamento de dados na área de estudo do trabalho seguiu as seguintes fases:

##### **1ª fase – Reconhecimento da área de estudo**

Inicialmente foi feito um reconhecimento da área de estudo das necessidades. No levantamento das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea foi recolhida várias informações nomeadamente:

- Foi identificado os tipos de linhas de energia eléctrica existentes na rede de energia eléctrica na área de estudo;
- Foi identificado os tipos de condutores das linhas média e baixa tensão utilizados nas linhas bem como os postes (apoios) das linhas existentes onde são efectuadas as ligações;
- Foi identificado os postos de seccionamento, os postos de transformação que alimentam a rede de baixa tensão aérea;

##### **2ª fase – elaboração do croqui de levantamento**

O croqui de levantamento é o registo os dados do levantamento em forma de desenhos e valores numéricos. Pode ser confeccionado parcialmente, antes da realização do levantamento e concluído durante a realização do mesmo, confeccionado apenas durante a realização do levantamento. O croqui é o esboço gráfico sem escala, em breves traços, que facilita a identificação de detalhes do levantamento dos dados colhidos em campo (Hasenack, 2000).

Foi elaborado o croqui de levantamento que descreve as posições relativas dos pontos levantados e de detalhes da área de estudo com as ruas e blocos, complementados por valores numéricos de levantamento, nomes, números e outra informação de forma descritiva e simbólica a fim de constituí-lo

em um documento completo de levantamento. o croqui é um documento utilizado para auxiliar no processamento dos dados com vista a ter a configuração dos dados colhidos na área de estudo.

### **3ª – elaboração da caderneta do campo**

Caderneta de campo é um documento destinado a registo dos elementos numéricos (valores das observações obtidas durante as diversas operações de levantamento. A selecção dos objectos serem levantados por ocasião da medição depende da finalidade da execução do levantamento. Quando o assunto se refere a questões de propriedades imobiliárias, o levantamento deve ter validade jurídica (Hasenack, 2000).

No levantamento das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão, os dados foram registados no croqui, de maneira aproximada, os elementos de maior interesse do levantamento do propósito deste estudo. Neste caso por ser um levantamento topográfico cadastral, os elementos de maior importância são: postos de seccionamento, postos de transformação, postes de média tensão e postes de baixa tensão que suportam as linhas de energia eléctrica. Também foi registado outros elementos como as ruas nas quais se localizam as componentes da rede de energia eléctrica.

O levantamento consistiu em colher as coordenadas dos postes que suportam as linhas da rede de energia eléctrica com recurso ao GPS assim como a marcação dos pontos determinadas as suas coordenadas. Cada ponto determinado foi assinalado com o sinal apropriado para a identificação destes ao longo do levantamento dos postes que suportam as linhas da rede de energia eléctrica.

Cada ponto de interesse colhido suas coordenadas, foi numerado e registado no croqui de levantamento que foi elaborado o seu correspondente (mesmo número) registado através de coordenadas na caderneta de campo, em formulários de papel que foram elaborados para o levantamento dos dados.

### **3ª fase - Colecta dos dados na área de estudo**

Os registos são feitos em croqui de levantamento e na caderneta de campo através da elaboração de formulários e tabelas. Desta forma, é de extrema importância a padronização dos registos efectuados num levantamento de campo (Hasenack, 2000).

Os dados colhidos foram registados em um croqui de levantamento campo e na caderneta de campo elaborado com os respectivos formulários e tabelas para facilitar no processamento dos dados. É de extrema importância utilizar esses dois documentos de campo porque processamento dos dados colhidos auxiliar na criação de *shapefiles (.shp)* das linhas de energia eléctrica da área de estudo para este tipo de trabalhos que contém muitos pontos. Todas as informações levantadas das componentes da rede de

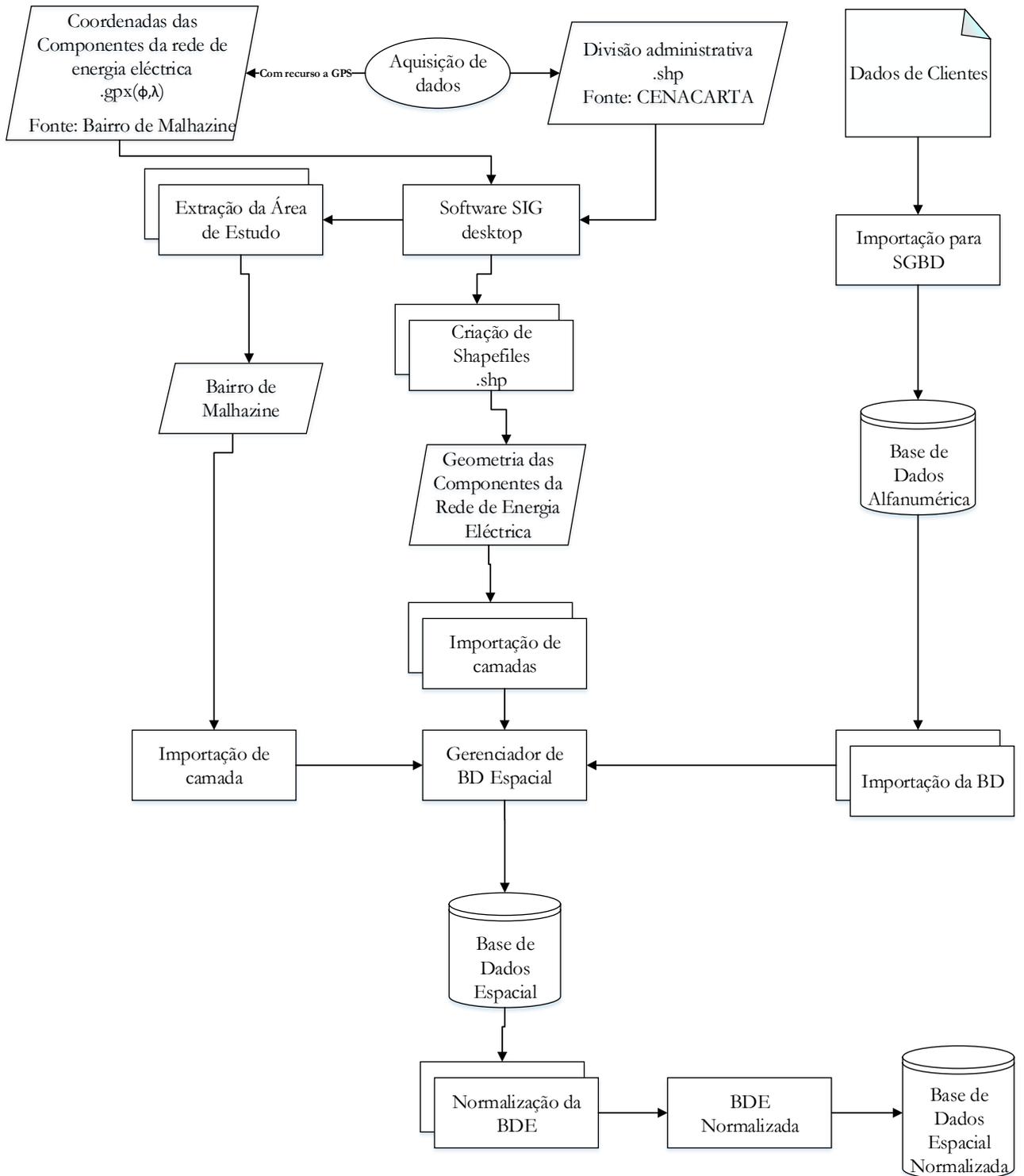
energia elétrica foram registadas no croqui de levantamento com maior clareza e rigor com a representar a realidade da rede de energia eléctrica cadastrada.

### 4.3. Procedimentos Computacionais

As coordenadas das componentes colhidas encontravam-se no formato GPX (*.gpx*) na qual o GPS armazena os dados com base no *software* QGIS que suporta vários formatos (matricial, vectorial, bases de dados e funcionalidades) foi possível visualizar os dados e converter para o formato *shapefiles* (*.shp*). Com vista a gerar a geometria das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea. A partir do *software* QGIS foi possível através do ficheiro com as coordenadas das componentes obter informações pontuais no sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), com WGS 84, o qual foi escolhido como sistema de projecção pelo facto de seu sistema de referência ser uniforme para todos pontos da superfície da Terra. As camadas geométricas geradas são baseadas nas três primitivas geométricas (pontos, linhas e polígonos). Para este estudo, houve a necessidade de gerar-se geometria do tipo linha. A geometria de linha representa as linhas de média tensão e baixa tensão, não necessário gerar-se geometria de ponto, porque os pontos colhidos representam os postos de transformação, postos de seccionamento, postes de média tensão ou baixa tensão. Não houve a necessidade de gerar geometrias do tipo polígono por se tratar de rede de energia eléctrica. A posterior, através do *software* QGIS, foi possível identificar os limites do bairro de Malhazine, que corresponde a área de estudo.

A **figura 15** a seguir ilustra, apresenta em de forma de Fluxograma, os procedimentos completos para concepção do cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea, como suporte de gestão de manutenção das infra-estruturas eléctricas desde a integração dos dados no QGIS ate a concretização da base de dados.

**Figura 15:** Fluxograma metodológico dos procedimentos do trabalho



**Fonte:** elaborado pelo autor

#### 4.4. Integração dos Dados no QGIS

Os dados (coordenadas das componentes da rede de energia elétrica em baixa tensão aérea do bairro de Malhazine) colhidos foram integrados no *software* QGIS, de modo a visualizar as componentes em forma de pontos, e posterior foi criado novos *shapefiles* que representasse as linhas de média tensão, as linhas de baixa tensão, postes de média tensão, postes de baixa tensão, postos de transformação e postos de seccionamento. De modo a padronizar o sistema de coordenadas dos *shapefiles* (.shp) criados das componentes da rede de energia elétrica em baixa tensão, estes foram projectados no sistema de coordenadas UTM (Universal de Transversa de Mercator) com Datum WGS 84 correspondentes ao sistema de coordenadas dos pontos colhidos na área de estudo.

Em anexo encontra-se no trabalho o mapa onde são ilustradas todas as componentes da rede de energia elétrica em baixa tensão aérea cadastradas da área de estudo.

##### 4.4.1. Projecção dos Dados

Os dados colhidos das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão na área de estudo estão projectados para o sistema de coordenadas geográficas (EPSG:4326). De modo, que os dados tenham o mesmo sistema de coordenadas, as camadas dos bairros vizinhos, bairro de Malhazine, vias de acesso, ruas foram reprojectados para o sistema de coordenados geográficas com Datum WGS 84 por ser global para estabelecer a harmonização dos dados.

##### 4.4.2. Modelação de uma Base de Dados

O projecto de base de dados ocorre geralmente observando-se as seguintes etapas (Alexandruk, 2011):

- **Levantamento e análise de requisitos** – é a primeira etapa do projecto de um sistema de aplicação de base de dados. o analista da entrevista os futuros usuários da base de dados para fazer o levantamento dos requisitos de dados necessários que deve conter a base de dados. Esses requisitos devem ser especificados em um formulário de forma detalhada e completa. E importante definir também os requisitos funcionais da aplicação, isto é, as operações (transações) definidas pelo usuário que serão aplicadas na base de dados;
- **Modelo conceptual** - é a segunda etapa do projecto de um sistema de aplicação em base de dados. Representa ou descreve a realidade do ambiente do problema, constituindo-se em uma visão global dos principais dados e relacionamentos, independente das restrições de implementação. É uma descrição em alto nível (macrodefinição), mas que tem a preocupação de capturar e retratar toda a realidade de uma organização. O resultado de um modelo conceitual é um esquema que representa a realidade das informações existentes, assim como as estruturas de dados que representam estas informações;

- **Modelo lógico** – é a terceira etapa tem o seu início a partir do modelo conceptual, levando em consideração três abordagens principais: relacional (actualmente o mais utilizado), hierárquico e Rede. O modelo lógico descreve as estruturas que estarão contidas numa base de dados, mas sem considerar ainda nenhuma característica específica de SGBD, resultando em um esquema lógico de dados;
- **Modelo físico** – é a quarta etapa, parte do modelo lógico que descreve as estruturas físicas de armazenamento de dados, tais como: tamanhos de campos, índices, tipos de dados e nomenclaturas. Este modelo detalha o estudo dos métodos de acesso do SGDB, para elaboração dos índices de cada informação colocada nos modelos conceitual e lógico. É a etapa final do projeto de base de dados, na qual será utilizada a linguagem de definição de dados (DDL), para a realização da montagem do mesmo no nível de dicionário de dados.
- **Modelo Relacional ou Modelo de Entidades relacional (ME-R)** - foi apresentado pela primeira vez por Edgard F. Codd (IBM) em seu artigo *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks* em 1970. Foi o evento mais importante na história recente da área de base de dados. O objetivo do modelo é representar os dados de forma mais simples, através de um de conjuntos de tabelas inter-relacionadas. Este modelo abandona os conceitos anteriores, tornando as bases de dados mais flexíveis, tanto na forma de representar as relações entre os dados, como na tarefa de modificação de sua estrutura, sem ter que reconstruir toda a base de dados. Uma base de dados relacional é composta por tabelas também denominadas entidades ou relações (Alexandruk, 2011).

Segundo Alexandruk (2011), os primeiros produtos relacionais começaram a aparecer no final da década de 1970. Hoje a maioria dos Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD) são relacional:

- IBM: DB2;
- Microsoft: SQL Server;
- Oracle: 9i, 10g e 11g;
- MySQL;
- PostgreSQL.

A principal linguagem de manipulação de dados em sistemas de bases de dados relacionais é o SQL - *Structured Query Language*.



- **Chave primária** - Entre as chaves candidatas, escolhemos uma para ser o identificador principal da tabela. Este atributo passa a ser chamado de chave primária (PK – *Primary Key*).
- **Chave estrangeira** - é o atributo ou conjunto de atributo que faz a ligação com a chave primária de outra tabela (FK – *Foreign Key*).
- **Chaves alternativas** - são as chaves candidatas que não foram definidas como chave primária.
- **Chave candidata** - Atributo ou conjunto de atributos que são únicos para cada registro. Para cada tabela podemos ter uma ou várias chaves desse tipo.

A descrição das principais entidades da base de dados espacial é apresentada a seguir:

- **provincia** - entidade que representa as províncias do nosso país. Uma província tem vários distritos, mas um distrito só pode pertencer a uma província, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas entidades é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos.

#### **Campos Alfanuméricos**

- id\_provincia: Identificador único da província;
- codigo\_provincia: Identificador único da província atribuído no cadastro;
- nome\_provincia: Nome da província.

- **Distrito** - entidade que representa os distritos das províncias. Um distrito tem vários bairros, mas um bairro só pode pertencer a um distrito, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos.

#### **Campos Alfanuméricos**

- id\_distrito: Identificador único do distrito;
- codigo\_distrito: Identificador único do distrito atribuído no cadastro;
- nome\_distrito: Nome do distrito;
- id\_provincia: Referência à tabela correspondente à província.

- **Bairro** - entidade que representa os bairros. Um bairro pertence a um distrito, mas um distrito possui muitos bairros, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **n** para **1**, ou seja, “muitos para um”.

### Campos Alfanuméricos

- id\_bairro: Identificador único do bairro;
- codigo\_bairro: Identificador único do bairro atribuído no cadastro;
- nome\_bairro: nome do bairro;
- id\_distrito: Referência à tabela correspondente ao distrito.

➤ **Endereço** - entidade que representa os endereços dos clientes.

### Campos Alfanuméricos

- id\_end: Identificador único do endereço;
- num\_edificio: Número do onde se localiza o edifício delegação;
- av\_ rua: Avenida ou rua onde se localiza o edifício da delegação.
- cod\_bairro: Referência à tabela correspondente ao bairro;

➤ **delegacao** - A delegação é compreendida como a entidade representante da instituição que regula as ligações de energia na rede elétrica. Uma delegação pertence a vários bairros e um bairro só pode pertencer a uma delegação, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o bairro é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_delegacao: Identificador único da delegação;
- código\_delegacao: Identificador único da delegação atribuído no cadastro;
- nome\_delegacao: nome atribuída a delegação;
- cod\_endereco: Referência à tabela correspondente ao endereço.

➤ **país** - entidade que representa os países. Um país pode ter vários fabricantes de equipamento eléctrico, mas um fabricante só pode pertencer a um país, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- Id\_pais: Identificador único do país;
  - nome: Nome do país.
- **Fabricante** - entidade que representa os fabricantes de equipamentos. Um fabricante pode fabricar vários equipamentos eléctrico, mas um equipamento só pode pertencer a um fabricante,

no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_fabricante: Identificador único do fabricante;
- nome: Nome do fabricante do equipamento;
- cod\_país: Referência à tabela correspondente ao país.

➤ **Fusível** - entidade que representa os fusíveis (os tipos de fusíveis) para protecção de alguns equipamentos. Um equipamento eléctrico pode ter vários fusíveis para sua protecção, mas um tipo de fusível só pode estar em um equipamento, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **n** para **1**, ou seja, “muitos para um”.

➤ **Campos Alfanuméricos:**

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_fusível: Identificador único do fusível;
- marca: Marca do fusível;
- classe\_tensão: Nível de tensão;
- tensão\_fabrico: Tensão do fabrico do fusível;
- tensao\_nominal: Tensão nominal do fusível;
- corrente\_nominal: Corrente nominal da corrente;
- capacidade\_corte: Capacidade de corte do fusível;
- tensão\_choque: Tensão de choque do fusível.

➤ **linha\_media\_tensao** – entidade de referencia que contém a geometria das linhas cadastradas. Uma Linha de Média Tensão pode possuir vários postes de suporte, no entanto o relacionamento adoptado para esta entidade e o poste é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_linha\_media\_tensao: Identificador único da linha;
- codigo\_linha: Identificador único da linha atribuído no cadastro;
- tensão\_nominal: Tensão nominal da linha;
- tipo\_cabo: Tipo de cabo (isolado ou nu);
- tipo\_condutor: Tipo de condutor (secção nominal da linha);
- classe\_tensao: Classe de tensão linha;

- material\_producao: alumínio, aço e cobre;
  - barramento\_inicial: Barramento inicial é onde a linha inicia;
  - barramento\_final: Barramento final é onde a linha termina;
  - geometria: Código binário correspondente a geometria da linha.
- **poste\_media\_tensao** - entidade de referência que contém a geometria dos postes cadastrados. Um Poste de Média Tensão pode possuir uma ou mais Linhas de Média Tensão, no entanto o relacionamento adotado para esta entidade e a linha\_media\_tensao é de **1** para **n**, ou seja “um para muitos”.

#### Campos Alfanuméricos:

- id\_poste\_média\_tensao: Identificador único do poste de média tensão;
  - codigo\_poste: Identificador único do poste atribuído no cadastro;
  - material\_produção\_poste: Material usado para produzir pode ser madeira ou betão armado;
  - cod\_linha\_média\_tensao: Referência à tabela à Linha Média Tensão;
  - cod\_bairro: Referência à tabela correspondente ao bairro;
  - geometria: Código binário correspondente à geometria dos Postes de Média Tensão.
- **localizacao Equipamento** - entidade que representa a localização dos equipamentos.

#### Campos Alfanuméricos:

- id\_localizacao: Identificador único da localização de equipamentos;
  - av\_ rua: Avenida ou rua de acesso onde se localizar o equipamento para caso de manutenção;
  - cod\_bairro: Referência à tabela correspondente ao bairro.
- **equipe** - entidade que representa as equipes de uma delegação. Uma delegação tem várias equipes, uma equipe só pode pertencer a uma delegação, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas entidades é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### Campos Alfanuméricos:

- id\_equipe: Identificador único da equipe;
- código\_equipe: Identificador único da equipe atribuído no cadastro;
- cod\_delegacao: Referência à tabela correspondente à delegação.

- **equipamento** - entidade que representa os equipamentos. Um equipamento pode ser fabricado por vários fabricantes equipamentos eléctrico, mas um equipamento só pode pertencer a um fabricante, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **n** para **1**, ou seja, “muitos para um”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_equipamento: Identificador único do equipamento;
  - codigo\_equipamento: Identificador único do equipamento atribuído no cadastro;
  - nome\_equipamento: Nome do equipamento;
  - intervalo\_tempo\_manutencao: Intervalo de tempo de manutenção do equipamento;
  - estado Equipa: Refere-se o equipamento está em uso, fora do funcionamento, em manutenção;
  - data\_inicio\_manutencao\_equipamento: Data do início da manutenção do equipamento;
  - cod\_fabricante: Referência à tabela correspondente à fabricante.
  - cod\_localizacao\_equipa: Referência à tabela correspondente à localização do equipamento.
- **manutenção** - entidade que representa manutenção dos equipamentos. Uma equipe pode fazer manutenção de vários equipamentos eléctrico, mas vários equipamentos podem estar em manutenção, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas duas entidades é de **n** para **n**, ou seja, “muitos para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_manutencao: Identificador único da manutenção;
- numero\_ordem\_servico: Número da ordem do serviço da manutenção do equipamento;
- data\_inicio\_mantencao: Data do início da manutenção do equipamento;
- data\_conclusao: Data do fim da manutenção do equipamento;
- descricao\_servico;
- estado\_equipamento: Refere-se o equipamento se está em funcionamento ou fora do funcionamento, ou em manutenção;
- data\_proxima\_manutencao: Data da próxima manutenção do equipamento;
- cod\_equipe: Referência à tabela correspondente à equipe de manutenção.

**manutencao\_equipamento** - entidade que representa manutenção e equipamentos.

**Campos Alfanuméricos:**

- cod\_manutencao: Referência à tabela correspondente ao manutenção;
- cod\_equipamento: Referência à tabela correspondente ao equipamento;
- descricao.

➤ **posto\_transformacao ou transformador** - entidade de referência que contém a geometria dos Posto de Transformação Abigado cadastrados. Um Posto de Transformação Aéreo pode possuir uma ou mais de Linhas de Baixa Tensão, no entanto o relacionamento adoptado para esta entidade e a linha\_baixa\_ensão é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

**Campos Alfanuméricos:**

- id\_posto\_transformacao: Identificador único do posto de transformação Abrigado;
- codigo\_posto\_transformacao: Identificador único do transformador atribuído no cadastro;
- nome: Nome do posto de transformação atribuído no cadastro;
- maraca: marca do transformador de energia;
- intensidade\_nominal: intensidade do posto de transformação;
- potencia\_nominal: A potência do posto de transformador;
- tensao\_primaria: Tensão primária do posto de transformação;
- tensao\_secundaria: tensão secundária do posto de transformação;
- tipo\_resfriamento: Tipo de resfriamento pode ser a gás ou a óleo;
- protecao\_primaria: O tipo de protecção primária pode ser fusível, chave fusível ou disjuntor;
- potencia\_baixatensao: potencia de baixa tensão do transformador;
- classe\_tensao: classe ou nível de tensão do posto de transformação;
- tipo\_transformador: pode ser monofásico ou trifásico;
- cod\_fusivel: Referência à tabela correspondente a fusível;
- cod\_linha\_media\_tensao: Referência à tabela correspondente à linha\_media\_tensao;
- cod\_localizacao: Referência à tabela correspondente a localização;
- geometria: Código binário correspondente a geometria de pontos de postos de transformação.

➤ **posto\_seccionamento** - entidade de referência que contém a geometria dos Postos de Seccionamento (PS) cadastradas. Uma linha de media tensão pode possuir uma ou mais Posto de

Seccionamento, no entanto o relacionamento adoptado para esta entidade e a Linha de Baixa Tensão é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_Posto\_Seccionamento: Identificador único do posto\_seccionamento;
- código\_posto\_seccionamento: Identificador único do posto\_seccionamento atribuído no cadastro;
- nome: Nome do posto de seccionamento atribuído no cadastro;
- tensao\_nominal: Tensão nominal da linha;
- classe\_tensão: Classe de tensão ou nível de tensão;
- protecção\_primária: O tipo de protecção primária pode ser fusível, chave fusível ou disjuntor;
- estrutura\_suporte: Estrutura de suporte do posto de seccionamento pode ser poste de betão ou de madeira;
- cod\_fusível: Referência à tabela correspondente a fusível;
- cod\_linha\_media\_tensão: Referência à tabela correspondente à linha\_media\_tensao;
- cod\_localizacao: Referência à tabela correspondente a localização;
- geometria: Código binário correspondente a geometria de pontos.

➤ **linha\_baixa\_tensao** – entidade de referencia que contém a geometria das linhas cadastradas. Uma Linha de Baixa Tensão pode possuir vários postes de suporte, no entanto o relacionamento adoptado para esta entidade e o poste é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_linha\_baixa\_tensao: Identificador único da linha;
- codigo\_linha\_baixa\_tensao: Identificador único da linha atribuído no cadastro;
- tensão\_nominal: Tensão nominal da linha;
- tipo\_cabo: Tipo de cabo (torçado ou isolado e nu);
- tipo\_condutor: Tipo de condutor (secção nominal da linha);
- material\_producao: material de produção utilizado fabricar os cabos, pode ser de alumínio, alumínio reforçado e cobre;
- barramento\_inicial\_linha: Barramento inicial é onde a linha inicia;
- barramento\_final\_linha: Barramento final é onde a linha termina;
- cod\_postotransformacao: Referência à tabela correspondente ao posto de transformação;
- cod\_bairro: Referência à tabela correspondente ao bairro;
- geometria: Código binário correspondente a geometria da linha (linhas de baixa tensão).

- **poste\_baixa\_tensão** - entidade de referência que contém a geometria dos postes cadastrados. Um Poste de Média Tensão pode possuir uma ou mais Linhas de Média Tensão, no entanto o relacionamento adoptado para esta entidade e o poste é de **1** para **n**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_poste\_baixia\_tensao: Identificador único do poste de baixa tensão;
  - codigo\_poste: Identificador único do poste atribuído no cadastro;
  - iluminacao: possui ou não possui;
  - material\_produção\_poste: Material usado para produzir poder ser madeira ou betão armado;
  - cod\_linha\_baixa\_tensao: Referência à tabela à linha\_baixa\_tensao;
  - cod\_localizacao: Referência à tabela correspondente a localização;
  - geometria: Código binário correspondente à geometria dos Postes de Baixa Tensão.
- **tipo\_ligacao** - entidade que representa os tipos de ligações. Um tipo de ligação esta para vários clientes, por sua vez um cliente pode efectuar vários tipos de ligações (ex.: monofásico e trifásico) no entanto, a relação estabelecida entre estas duas entidades é de **n** para **n**, ou seja, “muitos para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_ligacao: Identificador único da ligação;
- tipo\_ligacao: O tipo de ligação que foi efectuada;
- potencia\_instalada: A potência instalada;
- potência contrada: A potência contrada.

- **cliente\_tipoligacao** - entidade que representa a junção do cliente e tipo de ligação que efectuou.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_ligacao: Identificador único da ligação;
- tipo\_ligacao: O tipo de ligação que foi efectuada;
- tarifa.

- **cliente** – entidade que representa os proprietários das ligações (contador). Um cliente pode ser proprietário de um ou mais contadores na assinatura vários contratos com entidade reguladora, no entanto, o relacionamento estabelecido para estas entidades é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos. O cliente é aquele contém um contrato com instituição que regula as ligações de energia na rede eléctrica em baixa tensão, ou seja, é um cliente legal da mesma. Geralmente os clientes são registados na base de dados da instituição que regula as ligações na rede de energia eléctrica em baixa tensão ou em outras classes de tensão.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_cliente: Identificador único do cliente;
- nome\_cliente: Nome do cliente;
- sobrenome\_cliente: Sobrenome do cliente;
- apelido\_cliente: Apelido do cliente;
- data\_nascimento: Data de nascimento do cliente;
- cod\_genero: Referência à tabela correspondente ao género;
- cod\_documento: Referência à tabela correspondente ao documento;
- cod\_estadocivil: Referência à tabela correspondente ao estado civil;
- cod\_morada: Referência à tabela correspondente à morada;
- cod\_naturalidade: Referência à tabela correspondente à naturalidade.
- cod\_nacionalidade: Referência à tabela correspondente à nacionalidade;
- cod\_delegacao: Referência à tabela correspondente à delegação.

**Figura 17:** Ilustração de um poste de um cliente ligado a uma rede de baixa aérea



**Fonte:** Rego, 2017

- **naturalidade** – naturalidade é compreendida como a entidade referente ao cliente (um cliente pode ser natural ex.: distrito de Manjacaze, Marracuene, Manhiça, Dondo etc.). Um cliente só pode possuir uma naturalidade e vários clientes podem possuir uma mesma nacionalidade, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_naturalidade: Identificador único da naturalidade do cliente;
- nacionalidade: naturalidade do cliente.
  
- **nacionalidade** - nacionalidade é compreendida como a entidade referente ao cliente (ex.: moçambicana, portuguesa, brasileira, etc.). Um cliente só pode possuir uma nacionalidade e vários clientes podem possuir uma mesma nacionalidade, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_nacionalidade: Identificador único da nacionalidade;
- nacionalidade: Nacionalidade do cliente.
  
- **estado\_civil** - estado civil é compreendido como a entidade referente a cliente pode casado, casada, solteiro, solteira. Um cliente só pode possuir um estado civil e vários clientes podem possuir um mesmo estado civil, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_estadocivil: Identificador único do estado civil;
- estadocivil: Estado civil do cliente (o estado civil pode ser: solteiro, solteira, casado, casada).
  
- **género** – género é compreendido como a entidade referente a cliente. O género pode ser masculino que pode ser denotado por letra maiúscula “M” ou feminino que pode ser denotado por letra maiúscula “F”. Um cliente só pode possuir um género e vários clientes podem possuir um género, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos”.

### Campos Alfanuméricos:

- id\_genero: Identificador único do género;
- género: o género do cliente pode ser masculino que pode ser denotado por letra maiúscula “M” ou feminino que pode ser denotado por letra maiúscula “F”).

- **morada\_cliente** – A morada do cliente é compreendida como a entidade referente a cliente. Um cliente só pode possuir uma morada ou um endereço patente no bilhete de identidade ou outros documentos legais estabelecidos por lei e vários clientes podem possuir mesma morada, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para n**, ou seja, “um para muitos”. Entidade correspondente ao local actual de residência do cliente.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_morada: Identificador único da morada;
  - cod\_distrito: Referência à tabela correspondente ao distrito;
  - cod\_bairro: Referência à tabela correspondente ao bairro;
  - num\_casa: Número da casa onde está a residir;
  - av\_rua: Avenida ou rua do cliente onde está a residir.
- 
- **tipo\_documento** – é compreendido como a entidade referente ao tipo de documento que o cliente utilizou para efectuar o cadastro. Existem vários tipos de documento que os clientes podem possuir, documento pertence a um tipo de documento, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o documento é de **1 para 1**, ou seja, “um para um”.
    - Id\_tipodocumento: Identificador único do tipo de documento;
    - tipo\_documento: O tipo do documento.
  
  - **documento** – é compreendido como a entidade referente ao documento que o cliente utilizou para efectuar o cadastro. Um documento pertence a um cliente, por sua vez um cliente possui um documento, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **1 para 1**, ou seja, “um para um”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- id\_doc: Identificador único do documento;
- num\_doc: Número do documento (o número do documento pode ser do bilhete de identidade, passaporte e dire);
- data\_emissao: Data de emissão do documento;
- data\_validade: Data de validade do documento;
- local\_emissao: Local de emissão do documento;
- cod\_tipodocumento: Referência à tabela correspondente ao tipo de documento.

- **contador** – é a entidade correspondente aos contadores. Um cliente pode possuir vários contadores, por sua vez um contador pertence a um cliente, no entanto, a relação estabelecida entre esta entidade e o cliente é de **n** para **1**, ou seja, “um para muitos”.

#### **Campos Alfanuméricos:**

- d\_contador: Identificador único do contador
- número\_contador: Número do contador;
- cod\_cliente: Referência à tabela correspondente ao cliente;
- cod\_poste\_baixa\_tensao: Referência à tabela correspondente o poste onde se encontra o contador;
- cod\_linha\_baixa\_tensao: Referência à tabela correspondente à linha de baixa tensão.

#### **4.4.2.1. Normalização da Base de Dados**

O conceito de normalização de base de dados foi introduzido em 1970 por Edgar Codd é processo matemático formal com fundamentos na teoria dos conjuntos. Processo de normalização aplica-se uma série de regras sobre as tabelas de uma base de dados para verificar se estas foram correctamente projectadas (Alexandruk, 2011).

Segundo Alexandruk (2011), os principais objectivos da normalização de tabelas são os seguintes:

- Garantir a integridade dos dados, evitando que informações sem sentido sejam inseridas;
- Organizar e dividir as tabelas da forma mais eficiente possível, diminuindo a redundância e permitindo a evolução da base de dados.

Existem seis (6) as formas normais mais utilizadas:

- 1ª Forma Normal (1FN);
- 2ª Forma Normal (2FN);
- 3ª Forma Normal (3FN);
- Forma Normal de BOY e Codd (FNBC);
- 4ª Forma Normal (4FN);
- 5ª FN – Forma Normal (5FN).

As três primeiras formas normais atendem a maioria dos casos de normalização. Uma forma normal engloba todas as anteriores, isto é, para que uma tabela esteja na 2FN, ela obrigatoriamente deve estar na 1FN e assim por diante. A seguir são discutidas as três formas normais consideradas neste trabalho.

- **1ª forma Normal (1FN)** – para que uma tabela obedeça a 1FN, não deve possuir atributos cujos conteúdos são formados por mais de um valor (multi-valorados), e todos atributos devem ser atômicos (não) divisíveis. O facto de os dados estarem dentro de uma tabela relacional com uma chave primaria, já indica certa conformidade com a 1FN. No entanto, campos cujos valores sejam uma série de valores, separados por virgula, tabulação ou forma qualquer, são de mais difícil detecção, e geralmente representam casos de campos multi-valorados. Desta forma, é necessário que se observem algumas instancias aleatórias dos dados para que se tenha certeza de que não haja campos multi-valorados entre elas.

A **tabela 5** a baixo **cliente** trás um exemplo ilustrativo de atributos multi-valorados encontrados no campo **morada\_cliente**, uma situação que não é permitido Segundo a 1FN. Apos a aplicação da 1FN, é feita uma decomposição dos atributos compostos em atributos atômicos, ou seja, a tabela **Cliente** e decomposta em uma nova tabela **morada\_cliente**, no entanto, todos os atributos originais da tabela **cliente** multi-valorados são migradas para **morada\_cliente**, para entrar em conformidade com a 1FN, deve ter um registo para cada valor, motivo pelo qual e acomodado na tabela **morada\_cliente**. De modo a manter o relacionamento entre a **morada\_cliente** e o **cliente** o **id\_morada** deve migrar para tabela **Cliente** preservando desta forma uma propriedade fundamental da normalização.

**Tabela 5:** Exemplo de atributos multi-valorados

cliente			
Id_cliente	Nome	Morada	num_contador
1	Joaquim Mazivila	Malhazine, rua 17, quarteirão 09, célula 03	25111380074
2	Edson Mahumane	Malhazine, rua 18, quarteirão 10, célula 04	54292620231

**Fonte:** elaborado pelo autor

- **2ª Forma Normal (2FN)** – Uma tabela encontra se na 2FN se, e somente se, estiver na 1FN e não apresentar dependências funcionais parciais.

A tabela **posto\_transformacao** ou simplesmente **transformadores** sofreu o processo de normalização, por apresentar dependência funcional, provocada pelo atributo **proteccao\_primaria**, que depende funcionalmente de outros atributos que compõe a chave primaria, **Id\_posto\_transformacao**. Para que obedecer a 2FN, o **proteccao\_primaria** é migrado para uma nova tabela Fusível, mantendo assim o relacionamento existente. A tabela **posto\_tansformacao** é reconstruída, a agora sem o atributo migrado. o **Id\_fusivel** deve migrar para tabela **posto\_transformacao** preservando desta forma uma propriedade fundamental da normalização.

**Tabela 6:** Resultado da aplicação da 2 FN

posto_transformacao		
Id_postotransfomacao	codigo	cod_fusivel
1	PT25R	1
2	PT55R	1

fusivel	
Id_fusivel	marca
1	AB-CHANCE

**Fonte:** elabora pelo autor

- **3ª Forma Normal (3FN)** - Uma tabela encontra-se 3FN se, e somente se, estiver na 2FN e o atributo não chave depender funcionalmente da chave primária, ou seja, se não houver dependências entre atributos não chave.

A tabela cliente sofreu o processo de normalização dependência funcional, provocada pelo atributo tipo\_ligacao, que depende funcionalmente do **Id\_cliente**. Neste caso, como o atributo tipo\_ligacao não faz parte da chave, esta dependência funcional é denominada “Indirecta” ou “Transitiva”, ou seja, ocorre apenas entre atributos não-chave. Para obedecer a 3FN, o atributo tipo\_ligacao é migrado para a nova tabela **Tipo\_ligacao**, resultando em uma nova tabela **cliente\_Tipoligacao** migrando o **Id\_cliente** e o **Id\_tipoligacao**.

**Tabela 7:** Resultado da aplicação da 3FN

cliente_Tipoligacao		
Cod_TipoLigacao	Cod_cliente	Tarifa
1	3	doméstica
1	4	doméstica

**Fonte:** elabora pelo autor

As demais formas normais estão fora dos parâmetros das análises necessárias para este trabalho, estas exigem análises mais complexas de dependências funcionais, cujo tempo de processamento pode não justificar suas vantagens em tabelas com muitos registros, além do mais a ocorrência destas formas normais são raramente aplicadas na prática.

Normalmente após a aplicação das regras de normalização, algumas tabelas acabam sendo divididas em duas ou mais tabelas. Este processo colabora significativamente para a estabilidade do modelo de dados e reduz consideravelmente as necessidades de manutenção da base de dados.

#### 4.4.3. Concepção da Base de Dados

Após a criação do modelo da base de dados, o passo seguinte consistiu na criação da base de dados (Base de Dados, denominada Malhazine) com as respectivas tabelas no SGBD relacional PostgreSQL com a extensão espacial *PostGIS*.

O PostgreSQL é um Sistema de Gestão de Base de Dados relacional livre e de código aberto, pois além de ser gratuito, é a ferramenta para construção de base de dados *Open Source* mais utilizada no mundo, possui uma ferramenta para administração da base de dados chamada **pgAdmin IV**, que permite entre outras funcionalidades, a execução e o carregamento de ficheiros de Linguagem Estrutura de consultas o SQL.

Para concepção da base de dados utilizei o *software* PostgreSQL por possui a extensão espacial *PostGIS* que é a ferramenta para dados espaciais ou geográficos com as geometrias primitivas (pontos, linhas e polígonos) das bases de dados relacionais da PostgreSQL. No *PostGIS* há suporte para objectos geográficos, onde as consultas de localizações são realizadas através de comandos da Linguagem Estruturas de Consulta (*Structured Query Language – SQL*).

A licença desse *software* PostgreSQL é pública, o *PostGIS* é distribuído gratuitamente de acordo com os termos da licença GPL (*General Public License*). Outras vantagens em utilizar o *PostGIS* e sua compatibilidade com os padrões da OGC (*Open Geospatial Consortium*) que é uma organização internacional que regula as características que os dados geográficos devem ser representados, e possível utilizar índices espaciais e centenas de recursos para análise e tratamento espacial, possui facilidade para exportar ou importar dados, em sua estrutura estão dispostos diversas ferramentas de conversão nativas dos sistema, fácil integração com aplicações SIG e *WebGIS*, o *PostGIS* é capaz de comunicar-se com a maioria deles, com mais facilidade se utilizar os padrões OGC (*Open Geospatial Consortium*).

Em relação as tabelas que possui geometria, foi necessário a importação dos *shapefiles* (*.shp*) para a base de dados Malhazine. Este procedimento foi realizado usando-se a extensão *import vector layer* do DB Manager no QGIS.

##### 4.4.3.1. Informação Geográfica na Base de Dados Espacial

Após a integração das coordenadas dos pontos colhidos das componentes da rede de energia eléctrica e criação dos dados vectoriais das linhas de média tensão e linhas de baixa tensão no QGIS, o procedimento seguinte consistiu na importação dos postos de transformação, postos de Seccionamento, postes de media tensão, postes de baixa tensão, linhas de média tensão e linhas de baixa tensão *shapefiles* (*.shp*) criados para a base de dados. Para o efeito deste procedimento, foi necessário a prior estabelecer a conexão do *PostGIS* com o QGIS.

#### **4.4.4. Identificação das Componentes Cadastradas**

Para a nomenclatura dos postes de média tensão usada neste trabalho, criou-se o identificador iniciais do nome que pertence a classe do poste e número do poste (PMnumero\_do\_poste), no qual PM corresponde Poste de Média e o número do poste segue uma sequência de números naturais.

Para a nomenclatura dos postes de baixa tensão usada neste trabalho, criou-se o identificador iniciais do nome que pertence a classe do poste e número do poste (PMnumero\_do\_poste), no qual PB corresponde Poste de Baixa e o número do poste segue uma sequência de números naturais.

Para a nomenclatura dos Postos Transformação usada neste trabalho, criou-se o identificador iniciais do nome que corresponde a abreviatura do equipamento (PTnumero\_do\_posto\_transformacao\_R), no qual PT corresponde Posto de Transformação e o número do Posto de Transformação segue uma sequência de números naturais por último R que significa Registro.

Para a nomenclatura dos Postos Seccionamento usada neste trabalho, criou-se o identificador iniciais do nome que corresponde a abreviatura do equipamento (PSnumero\_do\_posto\_seccionamento\_R), no qual PS corresponde Posto de Seccionamento e o número do Posto de Seccionamento segue uma sequência de números naturais por último R que significa Registro.

Segundo informações colhidas na delegação para nomenclatura das linhas de baixa tensão usada neste trabalho, utiliza-se o seguinte identificador (ABC\_numero\_da\_linha) no qual ABC corresponde a designação da secção nominal do cabo segue uma sequência de números naturais.

Segundo informações colhidas na delegação de Kamaxakeni para nomenclatura das linhas de média tensão usada neste trabalho, utiliza-se o seguinte identificador (ACSR\_numero\_da\_linha) no qual ACSR corresponde a designação da secção nominal do cabo segue uma sequência de números naturais.

#### **4.4.5. Modelo Actual para Efecutar uma Ligação na Rede Energia em Baixa Tensão**

Segundo as informações colhida na delegação de Kamaxakeni, localizada na avenida das FPLM, para que seja efecutado uma ligação na rede energia eléctrica em baixa tensão (um contrato de ligação de energia) na rede de energia eléctrica em baixa tensão para um cliente, é necessário que se dirija a uma agência ou delegação mais próxima apresente os seguintes documentos:

- Fotocópia de Bilhete de Identidade, Passaporte e DIRE;
- Declaração do Bairro;
- Número Único de Identificação Tributário (NUIT);
- Especificar o tipo de ligação que pretende efectuar;

- Especificar a finalidade da ligação (para residência, loja, semi-industrial, padaria entre outros serviços).

Após a apresentação dos documentos acima descritos, o cliente deve submetê-los na agência ou delegação mais próxima no sector comercial para a vistoria dos mesmos. Após aprovação destes documentos, uma equipe técnica é enviada para residências ou local que se pretende efectuar a ligação com a finalidade de verificar a estado a instalação se está em condições para se efectuar a devida ligação. De seguida, a equipa técnica deve apresentar o relatório técnico (**Ficha inspeção** em anexo no trabalho nas **Figuras 23 e 24**) do trabalho feito na residência ou no local que se pretende efectuar a ligação.

Todos os processos descritos a cima são feitos em papel físico, e os mesmos são armazenados em processos individuais dos clientes numa delegação ou agência da Electricidade de Moçambique. De salientar que para efectuar o contrato de ligação monofásica com tarifa domestica é grátis, ou seja, não se paga nenhum valor para este tipo de contrato de fornecimento de energia eléctrica do momento por estar dentro do projecto energia para todos que pretende distribuir a rede de energia eléctrica em todo território nacional até 2030.

#### **4.4.6. Cadastro dos Clientes na Rede de Energia de Baixa Tensão Aérea**

Para a proposta do cadastro das componentes e dos clientes na rede de energia em baixa tensão não irá fugir muito da legalidade do processo, é necessário o cliente ou proprietário do contrato da ligação de energia apresente os seguintes documentos:

- Bilhete de Identidade, Passaporte e DIRE;
- Cartão do cliente com Número do Contador ou Recibo da Compra de Energia.

O cadastro proposto visa contribuir de forma positiva em melhorar o fornecimento da energia eléctrica em baixa tensão com qualidade e eficiência aos clientes, manutenção e boa gestão do equipamento eléctrico com vista a fornecer a energia com boa qualidade e eficiência. Com o cadastro proposto irá permite obter as seguintes informações registadas na base de dados:

- Conhecer a linha onde foi efectuada a ligação de um cliente
- Conhecer o poste onde se encontrada o contador de um cliente;
- Conhecer a número dos clientes que estão ligados a uma determinada linha;
- Conhecer o número de linha que são alimentados por um determinado posto de transformação;
- Conhecer o número de ligações que um cliente possui;
- Conhecer o número de postos de transformação que bairro possui;
- Conhecer a localização dos postos de transformação de energia eléctrica.

#### 4.4.7. Benefícios do Cadastro Proposto

O cadastro proposto permitira uma tomada de decisões consistente, fazendo com que a sua aplicação traga melhorias significativas em todos indicadores relacionados com performance das infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrica, com ganho para a sociedade, meio-ambiente e concessionárias. Destes benefícios previstos do cadastro proposto são os seguintes:

- Melhoria significativa da segurança no fornecimento de energia eléctrica;
- Ampliação de vida útil e disponibilidade das infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Maximização na utilização de capacidades de infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Melhoria no retorno financeiro por infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Redução de investimentos de reestruturação de infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Maior rapidez, eficiência dos trabalhos de manutenção e redução de custos para todas infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Disponibilização de dados precisos e fiáveis relativos as infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico;
- Possível integração de informações corporativos para gestão de infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico (através da base de dados de cadastro);
- Disponibilização de infra-estruturas eléctricas ou equipamento eléctrico entre outros.

## 5

### Resultados e Discussão

Neste capítulo visa apresentar os resultados obtidos após o desenvolvimento da base de dados para o cadastro proposto das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea da área de estudo.

#### 5.1. Consultas na Base de Dados

De modo a testar a funcionalidade da base de dados, e me simultâneo a integridade da base de dados espacial, realizaram-se alguns testes de consultas da base de dados através do PostgreSQL. Abaixo são apresentados alguns resultados de consultas SQL arbitrárias feitas na base de dados.

As consultas SQL feitas no PostgreSQL podem também ser feitas no Sistema de Informação Geográfica QGIS poderão ser visualizadas espacialmente os resultados das consultas.

### Postes de Baixa Tensão com Contadores dos Clientes onde Efectuaram as Ligações de Energia

SELECT p.id, p.geom, p.codigo, c.num\_contador, c.cod\_linha FROM postes\_baixatensao AS p JOIN contador AS c on p.id=c.cod\_poste;

**Figura 18:** Resultados da consulta SQL na base de dados

Data Output Explain Messages Notifications					
	geom geometry		codigo character varying (254)	num_contador integer	cod_linha integer
1	01010000A0E61000098912EC9014B4040204BFAD4B1E239C0002CB29DEF4B5040		PB11	712226860	11
2	01010000A0E610000078B9FFA7E24A404000F0CB4A93E239C000383CBD521E4640		PB31	542926203	7

Fonte: próprio autor

A consulta SQL apresentada acima (Figura 18) representa dados dos postes cadastrados. Esta consulta, com resultados provenientes da base de dados, indica o código do poste onde se encontra a ligação efectuada do cliente, número do contador do cliente, código linha na qual é o Id da linha de baixa tensão.

### Nome do Cliente e seu Respectivo Número do Contador dos Clientes que Efectuaram as Ligações

SELECT c.id, c.nome, c.apelido, l.num\_contador, l.cod\_poste, l.cod\_linha FROM cliente AS c join contador AS l on c.id=l.cod\_cliente;

**Figura 19:** Resultados da consulta SQL na base de dados

Data Output Explain Messages Notifications Geometry Viewer					
	nome character varying (30)	apelido character varying (30)	num_contador integer	cod_poste integer	cod_linha integer
1	Edson	Mahumane	712226860	11	11
2	Nhumba	Barro	542926203	25	7

Fonte: próprio autor

A consulta SQL apresentada acima (Figura 19) representa dados dos clientes cadastrados. Esta consulta resulta, com resultados provenientes da base de dados, indica o nome e apelido do cliente, número do contador, poste onde se efectuou a ligação de energia do cliente, a linha onde está ligada a energia eléctrica.

## Linhas de Baixa Tensão com Contador dos Clientes que Efectuaram as Ligações

```
SELECT l.geom, l.codigo, l.tipo_cabo, c.num_contador, c.cod_linha, c.cod_poste FROM  
linhas_baixatensao AS l join contador AS c on l.id=c.cod_linha;
```

Figura 20: Resultados da consulta SQL na base de dados

	geom geometry	codigo character varying (10)	tipo_cabo character varying (20)	num_contador integer	cod_linha integer	cod_poste integer
1	0105000020E0...	ABC08	cabo torcada	712226860	11	11
2	0105000020E0...	ABC05	cabo torcada	542926203	7	25

Fonte: próprio autor

A consulta SQL apresentada acima (Figura 20) representa dados de uma linha de baixa tensão onde esta ligado a energia um cliente. Esta consulta resulta, com resultados provenientes da base de dados, indica o código da linha, tipo de cabo, número do contador, cod\_linha é o id da linha onde está ligada a energia do cliente e cod\_poste é o id do poste onde se efectuou ligação.

## Linhas de Média Tensão que alimenta os Postos de Transformação de Energia

```
SELECT l.geom,l.codigo,l.tipo_cabo,f.geom, f.codigo, f.nome, f.potencia_nominal, f.intensidade FROM  
linhas_mediataensao AS l JOIN transformadores AS f on l.id=f.cod_linhamedia;
```

Figura 21: Resultados da consulta SQL na base de dados

	geom geometry	codigo character varying (10)	tipo_cabo character varying (30)	geom geometry	codigo character varying (10)	nome character varying (50)	potencia_nominal character (6)	intensidade character (5)
1	0105000020E0...	ACSR02	cabo nu	01010000A0E...	PT23R	escola secundaria de mubukw...	250KVA	315A
2	0105000020E0...	ACSR04	cabo nu	01010000A0E...	PT14R	escola secundaria de malhazine	250KVA	315A
3	0105000020E0...	ACSR05	cabo nu	01010000A0E...	PT25R	rua do mercado (rua 09)	250KVA	315A
4	0105000020E0...	ACSR06	cabo nu	01010000A0E...	PT27R	prolec	250KVA	315A
5	0105000020E0...	ACSR07	cabo nu	01010000A0E...	PT24R	macuenda (rua da paz)	250KVA	315A
6	0105000020E0...	ACSR10	cabo nu	01010000A0E...	PT55R	volante 6 entrada do posto pol...	250KVA	315A
7	0105000020E0...	ACSR03	cabo nu	01010000A0E...	PT149R	triangulo volante 6	250KVA	315A

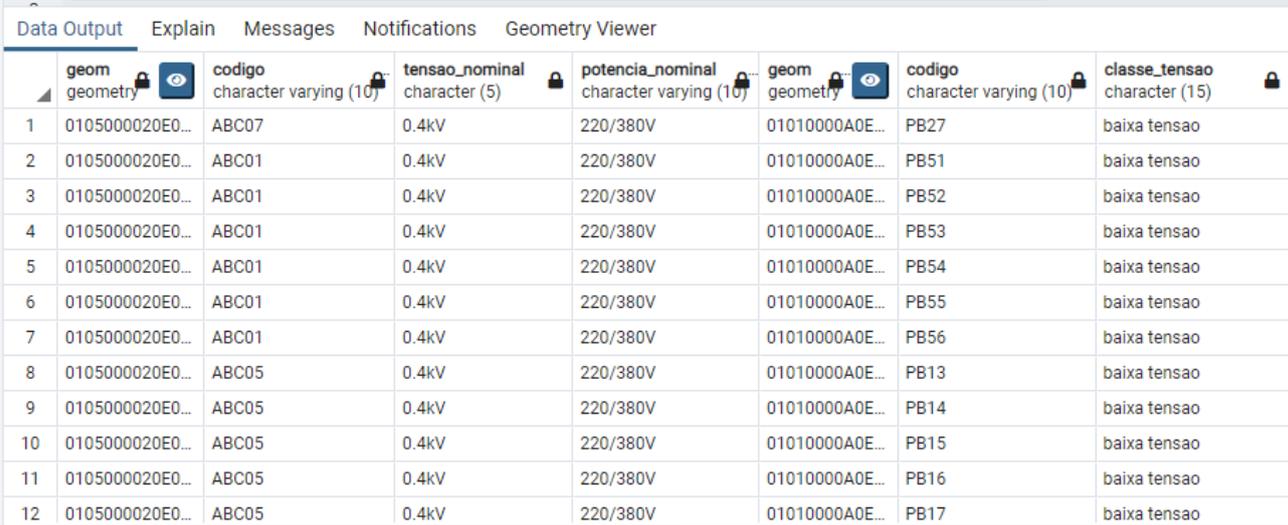
Fonte: próprio autor

A consulta SQL apresentada acima (Figura 21) representa dados das linhas de média tensão que alimentam os postos de transformação cadastrados. Esta consulta, com resultados provenientes da base de dados, indica o código da linha, tipo de cabo, código do posto de transformação, nome do posto de transformação, potencia nominal do posto de transformação e intensidade do posto de transformação.

## Postes de Baixa Tensão que suportam as Linhas de Baixa Tensão Aérea Cadastradas

```
SELECT l.geom,l.codigo,l.potencia_nominal, b.geom, b.codigo, b.classe_tensao FROM linhas_baixatensao AS l JOIN postes_baixatensao AS b on l.id=b.cod_linha;
```

Figura 22: Resultados da consulta SQL na base de dados



	geom geometry	codigo character varying (10)	tensao_nominal character (5)	potencia_nominal character varying (10)	geom geometry	codigo character varying (10)	classe_tensao character (15)
1	0105000020E0...	ABC07	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB27	baixa tensao
2	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB51	baixa tensao
3	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB52	baixa tensao
4	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB53	baixa tensao
5	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB54	baixa tensao
6	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB55	baixa tensao
7	0105000020E0...	ABC01	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB56	baixa tensao
8	0105000020E0...	ABC05	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB13	baixa tensao
9	0105000020E0...	ABC05	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB14	baixa tensao
10	0105000020E0...	ABC05	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB15	baixa tensao
11	0105000020E0...	ABC05	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB16	baixa tensao
12	0105000020E0...	ABC05	0.4kV	220/380V	01010000A0E...	PB17	baixa tensao

Fonte: proprio autor

A consulta SQL apresentada acima (Figura 22) representa dados das linhas de baixa tensão e dos postes de baixa tensão cadastrados. Esta consulta, com resultados provenientes da base de dados, indica o código da linha de baixa tensão aérea, tensão nominal da linha, potência nominal da linha, código do poste e classe de tensão do poste.

Encontra-se em anexo neste presente trabalho os seguintes mapas:

- Mapa de Rede de Distribuição de Energia Eléctrica Cadastrada do Bairro de Malhazine;
- Mapa de Rede de Distribuição de Energia de Baixa Tensão Cadastrada do Bairro de Malhazine;
- Mapa de Postes de Rede de Distribuição de Energia de Baixa Tensão Cadastrados do Bairro de Malhazine;
- Mapa de Rede de Distribuição de Energia de Média Tensão Cadastrada do Bairro de Malhazine;
- Mapa de Postes de Distribuição de Rede de Energia de Média Tensão Cadastrados do Bairro de Malhazine.

## Conclusão e Recomendações

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações obtidas no desenvolvimento desta pesquisa, abordando a importância assim como aspectos positivos referentes a metodologia utilizada.

### 6.1. Conclusão

Neste presente trabalho foi desenvolvido uma base de dados para o cadastro das componentes da rede de energia eléctrica em baixa tensão aérea usando novas tecnologias disponível, com objectivo de fornecer da energia eléctrica com eficiência e qualidade aos clientes. Desta feita, conhecendo o número de clientes ligados linha transmissão, o poste onde que efectuou a ligação dentro da rede de energia de distribuição e postos de transformação que transmitem a energia para os clientes. Com o desenvolvimento da base de dados, foi possível alcançar o objectivo geral deste trabalho, o qual consistiu no cadastro das componentes da rede de energia em estudo, com recurso aos *softwares* livres e de código aberto.

Os *softwares* livres e de código aberto utilizados neste trabalho, demonstraram-se que são de apoiar no desenvolvimento de cadastro no sector de redes de fornecimento de energia eléctrica com uma boa qualidade e eficiência, pelo facto de estes serem bem documentados e apresentarem uma alta segurança no armazenamento da informação. Com o advento dos sistemas de informação geográfica e base de dados espacial pode-se efectuar análises complexas que, forneçam resultados que traduzem a realidade o mais próximo possível da realidade.

Os sistemas de Informação Geográfica configuram-se como uma poderosa ferramenta no armazenamento e estruturação de informações a ser aplicada no gerenciamento de activos na área da energia eléctrica. O presente trabalho consistiu no cadastro das componentes da rede energia eléctrica em estudo, que implementa um SIG, integrado a uma base dados relacional. Deste modo, este cadastro pode ser preparado para se integrar na monitorização de um cadastro de grande porte de vários bairros de uma cidade, que permite a parametrização e monitorização das varias infra-estruturas de distribuição de energia eléctrica.

Com o alcance do objectivo geral deste trabalho, constatou-se que, este cadastro pode servir como ferramenta de visualização espacial de dados geográficos armazenados em base de dados. É importante salientar que, este projecto foi desenvolvido em uma parte da rede de energia eléctrica do bairro de

Malhazine, porém, o modelo da base de dados pode ser implementado para que engloba também vários bairros. Os dados georreferenciados cadastrados de equipamentos e componentes da rede do bairro de Malhazine podem ser utilizados em simulações na área de engenharia eléctrica e planeamento de redes de distribuição de energia com a finalidade de auxiliar em futuras modificações na mesma, da equipe de execução de manutenção de equipamento eléctrico cadastro.

Estou consciente das limitações do presente cadastro proposto, por não considera os seguintes factores: potência de carga, potência actual, factor de crescimento de carga anual, período de avaliação de crescimento de carga em anos e potência ou demanda de transmissão. Uma vez que todos estes factores mencionados afectam directamente no fornecimento da energia eléctrica, deste modo todas sugestões benéficas são bem-vindas de modo a tornar o cadastro mais próximo da realidade. Como referi na justificativa este é um trabalho a dar contributo em cadastro da rede de energia eléctrica em baixa tensão por estar na linha da frente no fornecimento da energia, e o modelo do cadastro é flexível permite alterações ajustes e acréscimos de outros factores que se consideram pertinentes que tornem o cadastro mais eficaz para análises profundas na área de engenharia eléctrica e planeamento de rede de distribuição de energia eléctrica.

Finalizo dizendo que era meu objectivo pessoal dar o meu contributo na resolução deste problema de fornecimento de energia com qualidade e eficiência com recurso a SIG e Base de Dados, mesmos antes de saber como resolver. Não sou capaz de medir o quão útil será este trabalho, apenas que deste já e possível ter ideia do número dos clientes ligados na rede de energia eléctrica e dos postos de transformação de energia eléctrica que dispõe o bairro para fornecer a energia a população.

## **6.2. Recomendações**

Os objectivos traçados deste trabalho foram atingidos e espera-se que a metodologia possa ser utilizada pela entidade de fornecimento de energia eléctrica como ferramenta de auxílio nos processos de operação, manutenção, e planeamento da rede de energia eléctrica nos bairros, buscando sempre melhorar a qualidade do serviço de energia. A partir do teste de integridade da base de dados espacial realizado por meio de consultas SQL no SGBD PostgreSQL assim como no QGIS, foi possível constatar que os resultados obtidos representam situação da rede energia eléctrica cadastrada no bairro de Malhazine.

Na consulta bibliográfica foi possível constatar a existência de planos e projectos, que tem objectivo de melhorar qualidade e eficiência no fornecimento de energia eléctrica, planeamento, monitoramento e gestão do equipamento eléctrico da rede de energia eléctrica nas zonas urbanas e zona rurais. Entretanto, como a saída da população da zona rural a busca de melhores condições de vida na cidade e com crescimento populacional resultam na pressão sobre o uso e fornecimento de energia eléctrica nas zonas

urbanas diminuindo a qualidade e eficiência, o que acaba demandando o aumento de equipamento de fornecimento de energia nos bairros. É preciso, entretanto, que haja um constante monitoramento, planeamento e uma boa gestão do fornecimento de energia eléctrica nos bairros de modo a garantir a qualidade e eficiência.

Por fim, recomenda-se que as entidades ou instituições de fornecimento da energia eléctrica, monitoramento, engenharia eléctrica, planeamento de rede de energia eléctrica e gestão do equipamento eléctrico, adotem a utilização dos sistemas de informação geográfica integrado a uma base dados relacional como uma ferramenta de trabalho, por ela se mostrar eficiente, segura em armazenar informação e rápida para análise da distribuição e fornecimento da energia eléctrica nos bairros, na zona rural e em todo território nacional.

## Referências Bibliográficas

- Alcantara, A. (2009). *Base de Dados, Modelos e Principais SGBD*. Santo André.
- Alexandruk, M. (2011). *Modelagem de Banco de Dados*.
- Antunes, A. F. (2017). *Elementos do cadastro Territorial*. Universidade Feferal do Paraná, Brasil.
- Barbosa, L. R. (2008). *Integração entre Sistema de Informação Geográfica e Sisitemas de Projecto de Redes de Distribuição (Dissertação de Mestrado)*. Universidade de São Paulo, Brasil.
- Blanco, C. M. (2017). *Importância do Cadastro Multifinalitário para Pequenos Municípios*.
- Bolotinha, M. (2019). *Distribuição de Energia Eléctrica em Média e Baixa Tensão (Manual) (2ª ed.)*.
- Cascalheira, T. F. (2017). *Redes de Baixa Tensão (Relatório de Estágio Mestrado em Engenharia Electroténica)*. Instituto Politécnico de Tomar – Escola Superior de Tencologia de Tomar. Brasil.
- Chissaque, D. S. (2022). *Proposta de Melhoramento da Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão no Bairro de Hulene “B”*. Universidade Eduardo Mondlane (Faculdade de Engenharia).
- Conselho Municipal de Maputo. (2017). *Plano Director: Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Maputo*. Maputo.
- Correia, J. S. (2011). *Concepção e Implementação de um WebSIG no Parque Nacional da Gorongosa usando software de código aberto e livre*. Lisboa, Portugal.
- Cossa, A. R. (2020). *Mapeamento das Tipologias de Ocupação e Proposta de um Cadastro Técnico (Tese de Licenciatura)*. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.
- Da Sliva, A. T. (2016). *Monitorização de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão*. Coimbra, Portugal.
- Dantas, Y. V. (2017). *Sistema Multifinalitário de Cadastros: Contribuição Conceitual com ênfase nas Restrições Ambientais do Brasil (Dissertação de Mestrado)*. Universidade Federal da Bahia.
- De Lima, M. G. (2011). *Apostila de Construção de Redes de Distribuição*. Campos Cedro, Brasil: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.
- De Lima, P. E. (2011). *Índices para Consultas Espaciais em Base de Dados (Tese de Licenciatura)*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.
- EDM. (1976). *Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia - RSRDEEBT (Direção Geral de Energia)*.

- EDM. (1988). *1988 - Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais (Direcção de Engenharia de Redes)*.
- EDM. (1988). *Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais (Direcção de Engenharia de Redes)*.
- EDM. (2016). *Manual de Caracterização da Rede Nacional de Transporte*.
- EDM. (2023). *Direcção Regional da Cidade de Maputo - Delegação de KaMaxakeni*.
- Ferreira, J. T. (2018). *Redes de Distribuição de Energia Eléctrica de Média E Baixa Tensão (Relatório de Mestrado em Engenharia Electrotécnica – Estágio na Helenos, S.A)*. Coimbra, Portugal.
- Filho, J. L., & Iochpe, C. (1996). *Sistemas de Informação Geográfica com Ênfase em Banco de Dados*. Argentina.
- Hasenack, M. (2000). *Originais do Levantamento Topográfico Cadastral: Possibilidade de sua Utilização para a Garantia dos Limites Geométricos dos Bens Imóveis (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil)*. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico, Florianópolis.
- INE. (2017). *Dados Censo da População de Moçambique*.
- Jone, A. S. (2022). *Dimensionamento de Uma Rede de Distribuição de Energia Eléctrica para o Bairro de Mungassa, no Distrito da Beira, Província de Sofala (Relatório de Estágio Profissional)*. Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Engenharia.
- Juvane, M. (2007). *Avaliação de alternativas de solução dos problemas enfrentados pelos agentes decisórios dos centros de formação recorrendo aos Sistemas de Informação Geográfico*. Universidade Eduardo Mondlane- Faculdade de Ciências. Departamento de Matemática e Informática.
- Maia, C. C. (2011). *As Diferenças entre Softwares Livres e Gratuito*. Brasil.
- Muianga, H. (2006). *Modelo de Sistema de Informação Geográfico baseado na WEB para suporte à Tomada de Decisão no Sector da Saúde*. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Ciências. Departamento de Matemática e Informática.
- Naris, F. L. (s/d). *Cadastro Técnico Municipal*. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil.
- Nhamire, B., & Mosca, J. (2014). *Electricidade de Moçambique: mau serviço, não transparente e politizada*. Maputo, Moçambique .
- Open Source Geospatial Foundation. (2019). *QGIS*.
- Pereira, C. C. (2009). *Importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para Elaboração de Planos Directores (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil)*. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.

- Rego, J. P. (2017). *Cadastro de Redes de Distribuição em Baixa Tensão e Projecto de Substituição de Condutores Nus por Cabos de Torçada*. Porto, Portugal.
- Ribeiro, M. (2006). *Os sistemas de Informação Geográfica na Actividade das Seguradoras*. Universidade de Aveiro. Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial.
- Santos, C. S., De Araujo, T. D., & Castro, C. M. (2012). *Aplicações do Cadastro Técnico Multifinalitário nas Áreas Urbanas: Possibilidades e Desafios*. Escola de Engenharia Electromecânica da Bahia, Brazil.
- Silva, R. (2002). *Bancos de Dados Geográficos: Uma Análise das Arquiteturas Dual (Sprin G) e Integrada (Oracle Spatial)*. São Paulo, Brasil.
- Suder, R., & Dorneles, C. (2006). *Integração de Dados em Múltiplos Níveis*. RS, Brasil: Universidade de Passo Fundo-Curso de Ciência de Computação.
- Tembe, E. E. (2022). *Projecto de uma Linha de Média e de Baixa Tensão para Expansão da Rede de Distribuição de Energia Eléctrica do Bairro Mubalaze, Município de Matola (Relatório de Estágio Profissional)*. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Engenharia.
- Tomnilson, R. (2007). *THINCKING ABOUT GIS: Geographic Information System for Managers*. Canada: ESRI Press.

## Anexos

**Figura 23:** Cartão do cliente contendo número do contador



Fonte: próprio autor

**Tabela 8:** Símbolos e cores utilizados para representar as componentes da rede eléctrica cadastrada

Componentes	Símbolo	Cor
Linha Media Tensão		Verde
Linha Baixa Tensão		Preto
Posto de Transformação		Pintado com Branco no Interior
Posto de Seccionamento		Pintado com Vermelho no Interior
Poste de Media Tensão		Pintado com Branco no Interior
Poste de Baixa Tensão		Pintado com Branco no Interior

Fonte: EDM - Direcção de Planeamento de Sistemas e Engenharia

**Tabela 9:** Secção dos cabos NYBY a usar em baixa entre o transformador e o quadro geral

Potência transformador ( KVA )	Corrente secundária (A)	Secção (mm <sup>2</sup> ) <sup>s</sup>	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 Instalação dos Postos de Transformação Rurais (EDM, 1988)

**Tabela 10:** Especificações Técnicas Secções de Cabos Utilizados pela EDM para Construção de Linhas de Energia Eléctrica

Designação	Secção Nominal	Tipo de Conductor	Material de Produção	Classe de Tensão
Cabo ACSR	70 mm <sup>2</sup>	nú/não isolado	alumínio de aço reforçado	Média Tensão
Cabo AAAC	32.55 mm <sup>2</sup>	nú/não isolado	alumínio de aço reforçado	Média Tensão
Cabo ABC	3x55+55+25mm <sup>2</sup>	torçado/isolado	alumínio	Baixa Tensão
Cabo ABC	3x70+55+25mm <sup>2</sup>	torçado/isolado	alumínio	Baixa Tensão
Cabo ABC	3x95+55+25mm <sup>2</sup>	torçado/isolado	alumínio	Baixa Tensão

Fonte: EDM - Delegação de KaMaxakeni

**Tabela 11:** Potências Normalizadas dos Postos de Transformação

POTÊNCIA NOMINAL (KVA)	TENSÃO PRIMÁRIA (KV)	TENSÃO SECUNDÁRIA (KV)
25	33	0,4
50	33	0,4
100	33	0,4
160	33	0,4
200	33	0,4
250	33	0,4
315	33	0,4
400	33	0,4
500	33	0,4
630	33	0,4
800	33	0,4
1000	33	0,4
1500	33	0,4
1600	33	0,4
2000	33	0,4
2500	33	0,4

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais (EDM, 1988)

**Tabela 12:** Características Nominiais dos Fusíveis (drop-outs)

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

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais (EDM, 1988)

**Tabela 13:** Dimensões e pesos normalizados dos transformadores

M. PORTUGAL J. TELLES		TRANSFORMADORES				4 - APARELHAGEM	
Engenheiros		Dimensões e pesos normalizados				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.							
No	POTÊNCIA	COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA	ENTRE-RO- DÍZIOS	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	1.980	670	1.800	450
11	630	1.850	1.030	1.960		2.100	500
12	(800)	2.000	1.250	2.300		2.500	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 nos parêntesis.

Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais (EDM, 1988))

**Tabela 14:** Especificações Técnicas dos Transformadores Utilizados pela EDM para Transmissão de Energia Eléctrica em Baixa Tensão

Intensidade	Tipo de Resfriamento	Protecção Primária	Tensão de Entrada	Tensão de Saída	Tipo de Transformador	Classe de Tensão
315A	Óleo/Gás	Chave Fusível/Chave Seccionadora	33KV	0.4KV	Trifásico	Média Tensão

Fonte: EDM - Delegação de KaMaxakeni

Figura 24: Ficha Técnica de Inspeção Eléctrica de Baixa Tensão do Cliente

**ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P**  
**DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO**  
**FICHA DE INSPECÇÃO ELÉCTRICA BAIXA TENSÃO**  
 DELEGACIÃO de KaMaxakeni Nº \_\_\_\_\_

Data 21/02/2023

**DADOS GERAIS DE IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE E DA INSTALAÇÃO**  
 Nome: FERNANDO Y. NGUILACHE  
 Nº Mecanográfica: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Morada: Machilane  
 Tarifa: Social Doméstica  Doméstica Convencional  Geral Convencional  Agrícola Convencional  G.C.B.T.   
 Social Creditelec  Doméstica Creditelec  Geral Creditelec  Agrícola Creditelec  MT  AT   
 Potência Instalada: 2-2 KVA Potência Contratada: 2-2 KW Nº 202596329

**CARACTERÍSTICAS E ESTADO DO CONTADOR**  
 LOCALIZAÇÃO: INTERIOR  EXTERIOR  LETURA: [ ] NÚMERO: 01340513496  
 MARCA: Activa TIPO: [ ] ANO DE FABRICO: [ ] A TENSÃO NORMAL: [ ]  
 FASES E INTENSIDADE: [ ] A  B  C  A CARGA TR. Relação C x A: [ ] Relação E x A: [ ] Relação T x E: [ ] V  
 Formação: Sim  Não  VÍCIO: Inicial  Parado  CORPO: Inicial  Arrogado  Fuzido

**SELAGEM**  
 CAIXA COLINA/PORTINHOCA: Sim  Não  Caixa do Contador: Sim  Não  Múltiplas: Sim  Não   
 Tampa Terminal: Sim  Não

**ESTADO GERAL DA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA**  
 QUADRO GERAL: Bom  Satisfaz  Mau  INSTALAÇÃO INTERIOR: Bom  Satisfaz  Mau

**EQUIPAMENTO ELÉCTRICO (indicar quantidade)**  
 Fridge  Branca  Forno  Fregalhão  Mac. Loupa  Mac. Roupa  Torno Acumulador   
 Televisão  Apar. Sonora  Ferro  Computador  Ar condicionado  Flocopador   
 Iluminação:  10 W  X  W  X  W  X  W  X  W  X  W

**OUTROS:**

**RELATÓRIO**  
 OBSERVAÇÕES FUNÇÃO CONTADOR: Fervor  Parado  Bateria Quermetros  Indícios de Erro  FRAQUE   
 LD  SD (1.2.3)  SV  AT  AL  CF  CP  CC  ET  AN  VP  LC  Outros   
LD - Ligação Directa; SD - Short Descarga; SV - Não Instalado; AL - Alteração de Ligação; CC - Corrente Faltante; CP - Corrente Falta; CC - Corrente Quermetro; ET - Fatorização e Fatorios; AN - sem Relação; VP - Alargado da Tarifa; LC - Vício Inicial; VP - Vício Inicial; VP - Vício Inicial  
 OUTRAS OBSERVAÇÕES: Cabeça de desvio em 21/02/21 - 11 200 avist

**ACÇÕES REALIZADAS:**  
 Selado  N°  Não Selado  Porquê? \_\_\_\_\_  
 Cortado no Contador  Caixa Colina/Portinhola  Aviso   
 Outras Acções: \_\_\_\_\_

Data: 21/02/2023  
 O TÉCNICO: Miguel Chaves O CLIENTE: Fernando

Fonte: EDM - Delegação de KaMaxakeni

Figura 25: Ficha Técnica de Inspeção Eléctrica de Baixa Tensão do Cliente

**ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P**  
**DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO**  
**FICHA DE INSPECÇÃO ELÉCTRICA BAIXA TENSÃO**  
 DELEGACIÃO DE KA-MAXAKENI

DATA: 20/11/2011  
 Nº: \_\_\_\_\_

**DADOS GERAIS DE IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE E DA INSTALAÇÃO**

NOME: MARIA MACHANGA  
 Nº de identificação: \_\_\_\_\_  
 Morada: HOPE 3  
 Tipo:  Geral Doméstica  Comércio/Industrial  Geral Comercial  Agência Comercial  D.E.C.   
 Escola/Colégio  Manufatura/Indústria  Serviços  Agência Credora  M.  M.   
 Referência instalada: 22 AV.  Habitação Comercial  22 Nº 157732

**CARACTERÍSTICAS E ESTADO DO CONTIDOR**

LOCALIZAÇÃO: INTERIOR  EXTERIOR  ÚTILIDADE: 220V NOME DO: 220V (230/240)  
 MARCA: SIEMENS TIPO: ABERTO MATERIAL: \_\_\_\_\_ A TENSÃO NOMINAL: 230  
 FASES E NEUTRO:  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54  55  56  57  58  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  72  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85  86  87  88  89  90  91  92  93  94  95  96  97  98  99  100  101  102  103  104  105  106  107  108  109  110  111  112  113  114  115  116  117  118  119  120  121  122  123  124  125  126  127  128  129  130  131  132  133  134  135  136  137  138  139  140  141  142  143  144  145  146  147  148  149  150  151  152  153  154  155  156  157  158  159  160  161  162  163  164  165  166  167  168  169  170  171  172  173  174  175  176  177  178  179  180  181  182  183  184  185  186  187  188  189  190  191  192  193  194  195  196  197  198  199  200  201  202  203  204  205  206  207  208  209  210  211  212  213  214  215  216  217  218  219  220  221  222  223  224  225  226  227  228  229  230  231  232  233  234  235  236  237  238  239  240  241  242  243  244  245  246  247  248  249  250  251  252  253  254  255  256  257  258  259  260  261  262  263  264  265  266  267  268  269  270  271  272  273  274  275  276  277  278  279  280  281  282  283  284  285  286  287  288  289  290  291  292  293  294  295  296  297  298  299  300  301  302  303  304  305  306  307  308  309  310  311  312  313  314  315  316  317  318  319  320  321  322  323  324  325  326  327  328  329  330  331  332  333  334  335  336  337  338  339  340  341  342  343  344  345  346  347  348  349  350  351  352  353  354  355  356  357  358  359  360  361  362  363  364  365  366  367  368  369  370  371  372  373  374  375  376  377  378  379  380  381  382  383  384  385  386  387  388  389  390  391  392  393  394  395  396  397  398  399  400  401  402  403  404  405  406  407  408  409  410  411  412  413  414  415  416  417  418  419  420  421  422  423  424  425  426  427  428  429  430  431  432  433  434  435  436  437  438  439  440  441  442  443  444  445  446  447  448  449  450  451  452  453  454  455  456  457  458  459  460  461  462  463  464  465  466  467  468  469  470  471  472  473  474  475  476  477  478  479  480  481  482  483  484  485  486  487  488  489  490  491  492  493  494  495  496  497  498  499  500  501  502  503  504  505  506  507  508  509  510  511  512  513  514  515  516  517  518  519  520  521  522  523  524  525  526  527  528  529  530  531  532  533  534  535  536  537  538  539  540  541  542  543  544  545  546  547  548  549  550  551  552  553  554  555  556  557  558  559  560  561  562  563  564  565  566  567  568  569  570  571  572  573  574  575  576  577  578  579  580  581  582  583  584  585  586  587  588  589  590  591  592  593  594  595  596  597  598  599  600  601  602  603  604  605  606  607  608  609  610  611  612  613  614  615  616  617  618  619  620  621  622  623  624  625  626  627  628  629  630  631  632  633  634  635  636  637  638  639  640  641  642  643  644  645  646  647  648  649  650  651  652  653  654  655  656  657  658  659  660  661  662  663  664  665  666  667  668  669  670  671  672  673  674  675  676  677  678  679  680  681  682  683  684  685  686  687  688  689  690  691  692  693  694  695  696  697  698  699  700  701  702  703  704  705  706  707  708  709  710  711  712  713  714  715  716  717  718  719  720  721  722  723  724  725  726  727  728  729  730  731  732  733  734  735  736  737  738  739  740  741  742  743  744  745  746  747  748  749  750  751  752  753  754  755  756  757  758  759  760  761  762  763  764  765  766  767  768  769  770  771  772  773  774  775  776  777  778  779  780  781  782  783  784  785  786  787  788  789  790  791  792  793  794  795  796  797  798  799  800  801  802  803  804  805  806  807  808  809  810  811  812  813  814  815  816  817  818  819  820  821  822  823  824  825  826  827  828  829  830  831  832  833  834  835  836  837  838  839  840  841  842  843  844  845  846  847  848  849  850  851  852  853  854  855  856  857  858  859  860  861  862  863  864  865  866  867  868  869  870  871  872  873  874  875  876  877  878  879  880  881  882  883  884  885  886  887  888  889  890  891  892  893  894  895  896  897  898  899  900  901  902  903  904  905  906  907  908  909  910  911  912  913  914  915  916  917  918  919  920  921  922  923  924  925  926  927  928  929  930  931  932  933  934  935  936  937  938  939  940  941  942  943  944  945  946  947  948  949  950  951  952  953  954  955  956  957  958  959  960  961  962  963  964  965  966  967  968  969  970  971  972  973  974  975  976  977  978  979  980  981  982  983  984  985  986  987  988  989  990  991  992  993  994  995  996  997  998  999  1000  1001  1002  1003  1004  1005  1006  1007  1008  1009  1010  1011  1012  1013  1014  1015  1016  1017  1018  1019  1020  1021  1022  1023  1024  1025  1026  1027  1028  1029  1030  1031  1032  1033  1034  1035  1036  1037  1038  1039  1040  1041  1042  1043  1044  1045  1046  1047  1048  1049  1050  1051  1052  1053  1054  1055  1056  1057  1058  1059  1060  1061  1062  1063  1064  1065  1066  1067  1068  1069  1070  1071  1072  1073  1074  1075  1076  1077  1078  1079  1080  1081  1082  1083  1084  1085  1086  1087  1088  1089  1090  1091  1092  1093  1094  1095  1096  1097  1098  1099  1100  1101  1102  1103  1104  1105  1106  1107  1108  1109  1110  1111  1112  1113  1114  1115  1116  1117  1118  1119  1120  1121  1122  1123  1124  1125  1126  1127  1128  1129  1130  1131  1132  1133  1134  1135  1136  1137  1138  1139  1140  1141  1142  1143  1144  1145  1146  1147  1148  1149  1150  1151  1152  1153  1154  1155  1156  1157  1158  1159  1160  1161  1162  1163  1164  1165  1166  1167  1168  1169  1170  1171  1172  1173 <