

*Bunicia*

Dércio António Nguenhene

Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão  
Estudo de caso: Bairro de Maxaquene "A". (Cidade de Maputo).

Universidade Pedagógica

Maputo, 2011

Dércio António Nguenhene

**Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão  
Estudo de caso: Bairro de Maxaquene “A”. (Cidade de Maputo).**

Monografia científica, entregue ao Departamento de Manutenção Industrial da Escola Superior Técnica da Universidade Pedagógica, para obtenção do grau académico de Licenciatura, supervisionado por Eng<sup>o</sup> Guilherme Rapssone.

Universidade Pedagógica

Maputo, 2011

Décio António Nguenhene

**Melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão**  
**Estudo do caso: Bairro de Maxaquene “A”**

Presidente

---

Supervisor

---

Oponente

---

Universidade Pedagógica

Maputo, 2011

## DECLARAÇÃO

Declaro que o presente trabalho foi feito com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e nas bibliografias consultadas. O trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição de ensino para obtenção de qualquer grau académico.

Autor

---

Maputo, 2011

## DEDICATÓRIA

O presente trabalho dedico ao meu saudoso irmão:

Luís Dos Santos António Nguenhene e desejo lhe vida eterna.

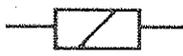
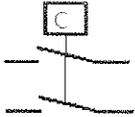
**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

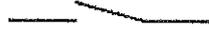
A	Ampère
ABC	Aerial Bundled Conductors
AM	Antes do melhoramento
Av.	Avenida
BT	Baixa tensão
C	Contactos
C%	Carga percentual do transformador
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
°C	Graus centígrados
CPC's	Conselhos de Policiamento Comunitário
CREDELEC	Crédito eléctrico
d	distância entre postes
DM3	Distrito Municipal três
DAEE	Direcção Angolana de energia eléctrica
DM	Depois do melhoramento
Dy11	Ligação delta ou triângulo e estrela com índice onze
e	largura do passeio
EDM	Electricidade de Moçambique

EE	Energia eléctrica
Eng <sup>o</sup>	Engenheiro
E <sub>p</sub>	Iluminação no passeio
E <sub>r</sub>	Iluminação na rua
ESTEC	Escola Superior Técnica
F	Fase.
FPLM	Forças Populares de Libertação de Moçambique.
H <sub>0</sub>	Hipótese zero
H <sub>1</sub>	Hipótese um
H <sub>2</sub>	Hipótese dois
H <sub>3</sub>	Hipótese três
I	Corrente
I <sub>1n</sub>	Corrente do primário do transformador
I <sub>2n</sub>	Corrente do secundário do transformador
I <sub>máx</sub>	Corrente máxima admissível
l <sub>i</sub>	Comprimento do condutor
l	Largura da rua ou estrada
L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub>	Lâmpadas um, dois, três
m	metros

$\text{mm}^2$	milímetros quadrados
MT	Média Tensão
n	Número de casas
N	Neutro
NA	Normalmente aberto
$N^0$	Número
$n_{ip}$	Número de instituições públicas
$N_{Mb}$	Número médio de baixadas
$N_p$	Número de postes
$N_{mb/p}$	Número médio de baixadas por poste
$K_s$	Factor de simultaneidade
$K_u$	Factor de utilização
KV	Kilo volt
KVA	Kilo volt-ampère
KW	Kilo-watt
$P_c$	Potência de carga.
PDB	Potência disponível no bairro
$P_{ip}$	Potência de instituições públicas.
$P_{inst}$	Potência instalada

$P_G$	Potência de carga de grupo de várias casas habitacionais
$P_H$	Potência activa total do bairro
PS4	Posto de seccionamento quatro
PT	Posto de transformação
PT N	Posto de transformação novo
PTP	Posto de transformação privado
PTs	Postos de transformação
PTS	Posto de transformação privado e público
QBT	Quadro de baixa tensão
RDEE	Rede de distribuição de energia eléctrica
RGT	Relação global de transformação
S	Secção de um condutor
$S_H$	Potência aparente total do bairro
$S_n$	Potência nominal do transformador
t	Tempo útil do transformador
tg	Tangente
U	Tensão
$\Delta U$	Queda de tensão no condutor
$U_c$	Tensão composta do secundário do transformador

$U_n$	Tensão nominal no primário
$U_N$	Tensão nominal no secundário
$U_p$	Factor de utilização do passeio
UP	Universidade Pedagógica
$U_s$	Tensão simples do secundário do transformador
$U_r$	Factor de utilização da rua
V	Volt
$\cos\phi$	Factor de potência
$\rho$	Resistividade de um condutor
$\phi$	Fluxo da lâmpada
	Lâmpada
	Bobina do contactor
	Contactos principais do contactor
	Ligação em estrela
	Ligação em delta ou triângulo

	Disjuntores
	Transformador
	Posto de transformação privado
	Posto de transformação público

### LISTA DE FIGURAS

Número da figura	Descrição	Página
Figura 1	Área de protecção de um pára-raios	12
Figura 2	(a) Poste com inclinação de 60°	19
	(b) Poste com muitas baixadas e cabos nus	19
Figura 3	(a) Postes impróprios para RDEE	19
	(b) Redes monofásicas extensas	19
Figura 4	Estado actual do PT-235	25
Figura 5	Estado actual do PT 281	27
Figura 6	Estado actual do PT 282	28
Figura 7	Diagrama circular de famílias com benefício de EE	29
Figura 8	Margem de reserva do bairro de Maxaquene "A"	30
Figura 9	Grau de reserva depois da ligação de todas famílias c/ PT N	31
Figura 10	Circuito para comando das lâmpadas de iluminação pública	36
Figura 11	Lâmpadas para a iluminação.	36
Figura 12	Tipos de postes e cabos usados na distribuição de EE	40
Figura 13	Esquema simplificado do PT-N	49

**LISTA DE TABELAS**

<b>Nº da tabela</b>	<b>Descrição</b>	<b>Página</b>
Tabela 1:	Diâmetro e peso da haste em função do comprimento	13
Tabela 2:	Tipos de eléctrodo de terra	14
Tabela 3:	Informação do PT-235	22
Tabela 4:	Informação do PT-281	26
Tabela 5:	Informação do PT-28	27
Tabela 6:	Dados do bairro de Maxaquene “A”	29
Tabela 7:	Secção e correntes admissíveis.	42
Tabela 8:	Quadro do grupo de ligação no PT-N	47
Tabela 9:	Informação do PT N	48

## RESUMO

Moçambique, apesar de ser um país que produz energia eléctrica para o consumo interno e externo, fornecendo países vizinhos como África do Sul, ainda enfrenta dificuldades nas redes internas de distribuição de energia eléctrica. O bairro de Maxaquene “A” não se distancia desses problemas que são pertinentes aos técnicos nacionais pois são necessidades primárias para a sua satisfação como electrotécnicos.

O trabalho tem em vista o melhoramento de uma rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro de Maxaquene “A”, tendo em conta a situação actual do bairro e os projectos que são implementados para o seu desenvolvimento. A rede de distribuição de energia eléctrica é indispensável para o desenvolvimento geral de um bairro, e este trabalho dá medidas de melhoria da rede eléctrica do bairro em causa, dentro dos padrões vigentes no país.

O trabalho apresenta os problemas que assolam o bairro de Maxaquene “A” actualmente, no que diz respeito à sua rede de distribuição de energia eléctrica. Sendo um bairro periférico não está parcelada o que dificulta ainda mais a organização da rede eléctrica mas o trabalho apresenta mecanimos técnicos que estão de acordo com o estado do bairro.

O trabalho apresenta em anexos mapas de distribuição de energia eléctrica, de localização do bairro, esquemas e figuras que fundamentam o conteúdo do trabalho. O melhoramento da rede eléctrica engloba a qualidade dos equipamentos usados na distribuição de energia eléctrica, melhoria do modo como é feita a distribuição de energia eléctrica, regularização e organização do cliente receptor ou consumidor final.

O melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica tem um impacto positivo pois melhora a iluminação pública do bairro, permite o fornecimento à famílias que ainda não beneficiam de energia eléctrica e ainda a energia eléctrica chega ao consumidor com níveis de tensão desejáveis que são 220/380V para ligações monofásicas e trifásicas respectivamente.

## ÍNDICE

Conteúdos	Págs.
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Introdução .....	1
1.2. Objectivos .....	2
1.2.1. Objectivo geral .....	2
1.2.2. Objectivos específicos.....	2
1.3. Justificativa .....	2
1.4. Problema ou problematização .....	3
1.5. Questões científicas .....	3
1.6. Hipóteses .....	4
CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1. Bases teóricas .....	5
2.2. Alimentação das instalações .....	6
2.3. Posto de transformação.....	6
2.4. Distribuição de energia eléctrica .....	7
2.5. Protecção e seccionamento das instalações .....	9
2.5.1. Protecção contra sobrecorrentes.....	10
2.5.2. Protecção contra sobretensões .....	10
2.5.3. Protecção contra queda e falta de tensão .....	10
2.5.4. Órgãos de seccionamento.....	11
2.5.5. Protecção por Pára-raios .....	11
2.5.5.1. Partes constituintes de uma instalação de pára-raios tipo Franklin .....	13
2.5.6. Ligação à terra nas instalações.....	15
2.6. Condutores usados nas canalizações eléctricas .....	16

CAPÍTULO III: METODOLOGIA .....	17
3.1. Área de estudo .....	17
3.2. População de estudo .....	17
3.3. Tipo de pesquisa .....	17
3.4. Instrumentos de colecta de dados .....	18
3.5. Situação do bairro de Maxaquene “A” .....	18
3.5.1. Cálculo da carga do bairro de Maxaquene “A” .....	20
3.5.2. Características dos PTs do bairro de Maxaquene “A” .....	24
3.5.2.1. PT -235.....	24
3.5.2.2. PT-281.....	26
3.5.2.3. PT-282.....	27
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	29
4.1. Apresentação e discussão dos resultados.....	29
4.2. Medidas para a solução do problema .....	32
4.2.1. Disposições iniciais.....	32
4.2.2. Aumento e melhoramento das linhas de distribuição em BT .....	32
4.2.3. Ligação de ramais de entrada nos postes .....	34
4.2.4. Redução de ligações clandestinas de energia eléctrica .....	34
4.2.5. Iluminação do bairro de Maxaquene “A” .....	35
4.2.6. Tipos de cabos e postes em uso no bairro de Maxaquene “A” .....	38
4.2.7. Dimensionamento de PT-N.....	41
4.2.7.1. Protecção do PT N .....	41
4.2.7.2. Situação de funcionamento do PT-N .....	43
4.2.7.2. Instalação do Transformador .....	45
4.2.7.3. Colocação do transformador em serviço .....	45

4.2.7.4. Grupo de ligação .....	46
4.2.7.5. Características de distribuição das linhas do PT-N.....	48
4.2.8. Manutenção dos PTs .....	49
4.2.9. Segurança das instalações do bairro de Maxaquene “A” .....	51
CAPÍTULO V: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	52
5.1. Conclusões .....	52
5.2. Recomendações.....	53
6. BIBLIOGRAFIAS .....	55
7. ANEXOS.....	57

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

### 1.1. Introdução

Os bairros periféricos como Maxaquene “A”, são os que mais apresentam dificuldades na sua construção física, pois não estão parcelados e o seu aumento populacional desordenado tem dificultado o seu desenvolvimento. Muito comenta-se da sua melhoria organizacional mas uma das bases é o melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica.

Para o desenvolvimento de um bairro é fundamental que tenha uma rede de distribuição de energia eléctrica, *com energia construímos o futuro*, esta é a actual imagem da empresa EDM, que tem como objectivo fazer o abastecimento de energia eléctrica com boa qualidade. Esta empresa tem-se preocupado com a melhoria da rede eléctrica, mas que neste bairro estão agastados com a má qualidade de energia eléctrica que lhe é fornecida, e o trabalho aborda sobre os meios técnicos de melhoramento da rede eléctrica no bairro de Maxaquene “A”.

O trabalho alia as técnicas normalizadas de electricidade que tem resultados aliciantes aos habitantes deste bairro da cidade de Maputo, pois enfrentam problemas diversificados no seio da sua construção física. Em resposta destes problemas frequentemente apresentados à empresa fornecedora de energia eléctrica EDM, torna-se pertinente resolver problemas que assolam a sociedade no seu dia a dia .

O trabalho dimensiona uma rede compactável ao actual estado do bairro de acordo com o número de casas habitacionais que o bairro tem e tendo em conta o aumento de número de famílias que verificou-se nos últimos anos.

Apresenta uma medida de solução que serve de exemplo para outros bairros suburbanos, solucionando de acordo com as dificuldades que o bairro de Maxaquene “A” enfrenta, e traz uma abordagem objectiva partindo dos problemas verificados, estado actual da rede distribuição de energia eléctrica, apresentação e análise dos dados recolhidos.

## **1.2. Objectivos**

### **1.2.1. Objectivo geral**

- Melhorar a rede de distribuição de energia eléctrica do bairro de Maxaquene “A”.

### **1.2.2. Objectivos específicos**

- Identificar as causas da má qualidade no fornecimento de energia eléctrica ao bairro de Maxaquene “A”.
- Dimensionar uma rede de modo a responder a demanda do bairro de Maxaquene “A”.
- Buscar soluções para o melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica de baixa tensão no bairro de Maxaquene “A”.

## **1.3. Justificativa**

A escolha do tema, deve-se a formação do autor no ramo de electrónica com uma bagagem de electricidade que desperta interesse em resolver problemas técnicos, económicos e sociais da sua área, principalmente no bairro que residiu durante a formação.

O tema encontra fundamento quando no dia a dia há constantes reclamações e críticas vindas dos residentes do bairro de Maxaquene “A” devido a má qualidade no fornecimento de energia eléctrica resultado de constantes cortes de fornecimento, postes de distribuição localizados nas residências ou casas de uso profissional e curto-circuitos nas ruas.

A pertinência do tema deve a abrangência de uma sociedade e que com a sua implementação permitirá melhorar a vida dos residentes do bairro, por isso, este trabalho tem em vista, encontrar mecanismos técnicos que contribuem na melhoria da rede de distribuição de energia eléctrica do bairro de Maxaquene “A”.

#### 1.4. Problema ou problematização

Em algumas zonas no bairro de Maxaquene “A” foram implantadas redes monofásicas muito extensas com shunts, o que não assegura os níveis de tensão desejáveis e consequentemente os consumidores têm energia eléctrica de má qualidade.

Existem consumidores no bairro de Maxaquene “A” que partilham a mesma baixada, o que causa fraca corrente e há falta de manutenção nos PTs que resulta em pouco rendimento do equipamento pois não funciona nas condições recomendadas pelo fabricante.

Foram ligados muitos ramais de entrada ou baixadas num único poste o que origina curto-circuito (figuras em anexos 2) e há também muitos ramais de entrada ou baixadas numa única junção que não asseguram aperto dos cabos.

As ligações clandestinas de energia eléctrica durante a noite e finais de semana agravam a sobrecarga dos PTs e originam fundição dos fusíveis.

A secção dos condutores de alumínio não usado, já não suporta a demanda, pelo número de consumidores que aumentou, para além de terem perdido as suas propriedades metálicas, pelo seu tempo útil de vida que expirou. Existem postes erguidos de uma forma irregular, com uma inclinação que constitui um risco para pessoas que estão nos arredores destes postes (figura 1).

#### 1.5. Questões científicas

- 1) A que se deve a má qualidade no fornecimento de energia eléctrica no bairro de Maxaquene “A”?
- 2) Como melhorar o processo de fornecimento de energia eléctrica aos consumidores do bairro de Maxaquene “A”?

## 1.6. Hipóteses

H<sub>0</sub>: É devido a ligações clandestinas.

H<sub>1</sub>: Devido a dificuldades que a EDM tem para fazer as linhas distribuição de energia eléctrica até ao consumidor, uma vez que o bairro de Maxaquene “A” não esta parcelado.

H<sub>2</sub>: Devido às elevadas quedas de tensão nos condutores durante o consumo de energia eléctrica.

H<sub>3</sub>: É devido às instalações precárias feitas nas casas habitacionais do bairro de Maxaquene “A”.

H<sub>0</sub>: Garantir assistência técnica a todos consumidores do bairro de Maxaquene “A”.

H<sub>1</sub>: Substituição dos postos de transformação, das linhas de consumo e a utilização.

H<sub>2</sub>: Projecção de novas linhas de distribuição de energia eléctrica que possam atingir os consumidores das zonas mais recôndidas do bairro.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Bases teóricas

*Normalização* –conjunto de critérios, com base nos quais devem ser projectados, construídos , inspeccionados os sistemas, as máquinas, a aparelhagem e materiais com o fim de assegurar lhes a eficiência técnica e a segurança de funcionamento, (MATIAS).

*Energia eléctrica* é uma forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial eléctrico entre dois pontos, que permitem estabelecer uma corrente eléctrica entre ambos, (WIKIPÉDIA, 2011).

*Ramal de entrada* é a entrada aérea ou subterrânea de energia eléctrica aos consumidores finais, (CREDER, 1991).

Condutores para barramentos são geralmente de cobre, de secção circular ou rectangular, (ARAÚJO, 2011).

Quadro de baixa tensão é um aparelho que destina-se a conter os aparelhos de manobra e de protecção dos diferentes circuitos que dele saem, (MATÍAS).

*Lâmpadas fluorescente* é uma lâmpada que utiliza a descaraga eléctrica através de um gás para produzir energia luminosa. Consiste em um bulbo cilíndrico de vidro, tendo em das extremidades eléctrodos metálicos de tungstênio (cátodos), por onde circula a corrente eléctrica. Em seu interior existe um vapor de mercúrio ou argônio a baixa pressão e as paredes internas do tubo são pintados com materiais fluorscente, conhecidas por cristais de fósforo.

*Iluminação incandescente* é reultante de aquecimento de um fio, pela passagem da corrente eléctrica, até a incandescência. As lâmpadas incandescentes comuns são compostas de um bulbo de vidro incolor ou leitoso, de uma base de cobre ou outras ligas e um conjunto de peças que contém o filamento, que é a peça mais importante. Actualmente os filamentos são de tungstênio, que tem um ponto de fusão de aproximadamente 3400°C, (CREDER, 1991).

*Raio* é um fenómeno atmosférico de consecuencias danosas, resultante do acúmulo de cargas eléctricas em uma nuvem e a consequente descarga sobre o solo terrestre ou sobre qualquer estrutura que ofereça condições favoráveis à descarga, (CREDER, 1991).

## 2.2. Alimentação das instalações

A alimentação das instalações em BT é feita em Moçambique, em corrente alternada 50Hz à tensão de 380/220V. Quando existem cargas trifásicas e/ou quando a potência de utilização ultrapasse os 3KW, a alimentação das instalações deverá ser trifásica.

### *Ligação à rede*

Existem dois tipos de ligação à rede:

*Chegada aérea (baixada)*-quando a rede de distribuição é aérea a ligação das instalações é aérea, designando-se vulgarmente por baixada.

*Chegada subterrânea (ramal)*-a chegada subterrânea, vulgarmente designada por ramal pode ser executada em redes aéreas e subterrâneas. O ramal compreende o conjunto de condutores protegidos mecanicamente e enterrados no solo (canalização subterrânea), que se situa entre a rede e a portinhola da instalação. Os ramais são sempre executados em cabo do tipo VAV, (MATIAS).

## 2.3. Posto de transformação

*Os postos de transformação* são instalações onde se procede à transformação da energia eléctrica de média tensão para baixa tensão, alimentando a rede de distribuição de baixa tensão.

*Posto de Transformação* é instalação eléctrica destinada à transformação da tensão eléctrica, quando a tensão secundária for utilizada directamente nos receptores. Os postos de Transformação podem ser:

*Aéreo* cujo transformador é montado ou suspenso em poste.

*Em Cabina* de instalação interior, cuja entrada de M.T. pode ser por linha subterrânea ou por linha aérea (até 30 KV), designando-se neste caso por cabina alta.

*Monobloco* cuja aparelhagem e caixa metálica envolvente de protecção formam um topo pré-fabricado, ([www.energielectrica.no.sapo.pt](http://www.energielectrica.no.sapo.pt), 2011).



Segundo WIKIPÉDIA, (2011) as redes de distribuição secundárias são circuitos eléctricos trifásicos a quatro fios ( três fases e neutro) normalmente operam nas tensões (fase-fase/fase-neutro) 380/220V. Nestas redes estão ligados os consumidores, que são residências, escolas, barracas, farmácias e também a iluminação pública. Estas redes atendem os grandes centros de consumo, população, grandes indústria.

Nas distribuições aéreas, o vão máximo, dentro das zonas urbanas é de 50 m, e a distância dos condutores ao solo não deverá ser inferior a 5 m.

No caso da distribuição subterrânea, os condutores enterrados no solo devem ser enterrados a uma profundidade mínima de 0,70 m e devidamente sinalizados por meio de um dispositivo de aviso colocado por cima deles (, placas de betão, tijolos, redes plastificadas de cor vermelha).

De acordo com o Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em BT, uma instalação e baixa tensão é aquela em que o valor da tensão nominal não excede 1000 V em corrente alternada, ([www.energiaelectrica.no.sapo.pt](http://www.energiaelectrica.no.sapo.pt), 2011).

Nos transformadores trifásicos mais usuais nas redes de distribuição, o lado primário é ligado em triângulo e o lado secundário em estrela, (CREDER, 1993).

No âmbito de combate a criminalidade, importa destacar que a falta de iluminação pública nas ruas dos bairros, têm contribuído sobremaneira na subsistência da maioria dos focos de criminalidade, apesar de notar-se uma relativa redução do índice de crimes, com o funcionamento dos CPC's, ( DM3, 2009).

A qualidade de serviço no fornecimento de energia eléctrica não depende só do modo como é feita a exploração das redes de distribuição pública, mas também das condições de funcionamento das instalações eléctricas dos clientes. As instalações necessitam de inspecções e manutenção preventivas periódicas, tanto mais exigentes quanto maior for o risco de ocorrência de incidentes na exploração das mesmas e o impacto dos mesmos em perdas de natureza material ou na segurança de pessoas, (DAEE, [www.cooprORIZ.pt](http://www.cooprORIZ.pt), 2011).

## 2.5. Protecção e seccionamento das instalações

Existem dois métodos de protecção contra sobrecargas, um consiste na inserção de um fusível, e outro na inserção de um disjuntor para abrir o circuito quando passa no condutor um excesso de corrente. Quando passa uma corrente excessiva num condutor a temperatura aumenta, pois isto pode deteriorar o isolamento. Por isso é necessário uma protecção, (MILLER, 1980).

Fusível consiste normalmente num suporte e numa junção fundível. O suporte de fusível assume a forma de uma tomada onde este é introduzido para fechar o circuito. A junção fundível, que consiste num condutor concebido para fundir quando passa uma corrente excessiva, isolando assim da rede de abastecimento qualquer circuito em sobrecarga ou com deficiências que deêm origem à passagem excessiva da corrente, (H. MILLER, 1980).

Disjuntor é um dispositivo mecânico para fechar e abrir o circuito sob condições normais e anormais, respectivamente, como as de curto-circuito, sendo o circuito aberto automaticamente. Quando utilizado para protecção contra excesso de corrente, contém um mecanismo de abertura de circuito actuado por uma mola tripla, sendo antes calibrado para a corrente desejada. Este dispositivo tem diversas vantagens em relação a um fusível:

- Todos os polos são desligados ao actuar;
- Pode ser desligado por controlo remoto através de botões;
- Depois de desligado, o circuito pode ser fechado rapidamente;
- A corrente de sobrecarga e o tempo podem ser ajustados, (H. MILLER, 1980)

*Disjuntores* são interruptores em que a abertura do circuito se pode fazer automaticamente protegendo os circuitos de sobreintensidades, (ARAÚJO, 2011).

### **2.5.1. Protecção contra sobrecorrentes**

Os condutores vivos devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e contra curto-circuitos, excepto quando as sobrecorrentes forem limitadas. Dispositivos que garantem a protecção simultânea contra sobrecorrentes e de curto-circuito são disjuntores e disjuntores associados a dispositivos fusíveis, (CREDER, 1991).

Os condutores das canalizações dos edifícios são normalmente protegidos contra sobreintensidades através de fusíveis ou disjuntores. Estes aparelhos deverão estar calibrados para actuarem, sempre que a corrente nesse circuito ultrapasse a máxima corrente permissível. A utilização de fusíveis conduz sempre a solução mais económica sob ponto de vista de instalação, sem grandes inconvenientes de funcionamento quando nas instalações não existem motores. Os disjuntores permitem o restabelecimento da alimentação mais rápida, mas são aparelhos mais caros, (MATIAS).

### **2.5.2. Protecção contra sobretensões**

As sobretensões nas instalações não podem pôr em risco a segurança das pessoas e a conservação das instalações. As sobretensões causadas por contacto accidental entre condutores de tensões diferentes ou defeito no transformador devem ser limitados os riscos de ocorrência de sobretensões provocadas pela possibilidade de contactos accidentais entre condutores vivos de tensões diferentes ou por defeito no transformador. Nas sobretensões de origem atmosférica, a protecção pode ser obtida: Através de pára-raios na origem da instalação; através de pára-raios nos terminais de equipamentos mais sensíveis ou na origem do circuito desses equipamentos; usando equipamentos com classes de isolamento adequado, (CREDER, 1991).

### **2.5.3. Protecção contra queda e falta de tensão**

Para a protecção contra queda e faltas de tensão são normalmente usados relés de subtensão e dispositivos de seccionamento ou contactores com contactos de auto-alimentação, (CREDER, 1991).

#### 2.5.4. Órgãos de seccionamento

Seccionadores são aparelhos destinados a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não terem poder de corte garantido, não devem ser manobrados em carga. Só depois da corrente ter sido desligada por um interruptor, os seccionadores devem ser manobrados, (ARAÚJO, 2011).

Interruptores são aparelhos destinados a ligar ou a desligar um circuito em carga, dotados de poder de corte garantido e tendo duas posições, uma de abertura e outra de fecho, nas quais se mantêm sem a interferência de acções exteriores, (ARAÚJO, 2011).

#### 2.5.5. Protecção por Pára-raios

A acção destruidora dos raios deve-se às suas elevadas corrente e tensão, causando aquecimento (acção explosiva) e efeitos dinâmicos. Esses efeitos danosos podem ser determinados, ou pela queda directa do raio sobre a estrutura, ou por indução, ou seja, queda nas proximidades, provocando efeitos por influência.

O objectivo principal de protecção contra os raios é o estabelecimento de meios para a descarga se dirigir, pelo menor percurso possível, para a terra, sem passar junto às partes não condutoras como madeira e alvenaria, (CREDER, 1991, pp 283).

##### *Princípio fundamental*

Através do fenómeno electrostático denominado poder de pontas, que é a grande concentração de cargas eléctricas que se acumulam em regiões pontiagudas, quando o campo eléctrico nas vizinhanças da ponta do pára-raios atinge determinado valor, o ar em sua volta se ioniza e se descarrega através de sua ponta para o solo através de um fio de baixa resistividade, que é enterrado no solo e rodeado de pó de carvão, (CREDER, 1991, pp 284).

### Zona de Protecção

Um pára-raios bem instalado e bem mantido protege praticamente a área de espaço equivalente a um círculo cujo centro é a haste do pára-raios. Refere-se ao “cone de protecção”, cuja a base é o círculo referido e a altura é a de montagem do pára-raios. A Protecção total só é conseguida pela gaiola de Faraday, ou seja, envolvimento de toda a estrutura a proteger por uma rede de pára-raios dentro da qual o campo é nulo, pois as zonas de protecção se sobrepõem.

O campo de protecção é dado pelo cone com vértice no captor, com geratriz que faz ângulo de  $60^\circ$  com a vertical. Para calcular o raio de protecção de um pára-raio, utiliza-se a fórmula onde  $h$  é a altura em metros e  $\theta$  o ângulo em graus. Ou no modelo de fórmula  $\text{tg}\theta = \frac{r}{h}$ , (CREDER, 1991, pp 284).

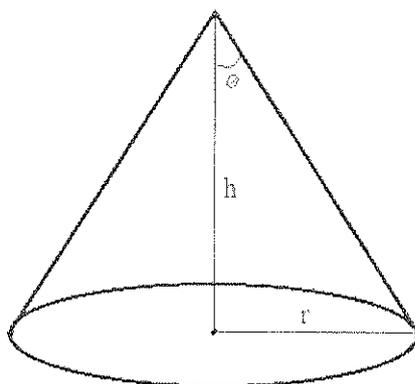


Figura 1: Área de protecção de um pára-raios

### 2.5.5.1. Partes constituintes de uma instalação de pára-raios tipo Franklin

*Ponta ou captor* é a parte elevada do pára-raios, destinada a receber a descarga pelo efeito de pontas.

*Haste metálica* é a parte à qual se liga a ponta do captor. Quanto mais alta a haste, maior será a protecção porém significa dificultar ou encarecer, não deve ser maior que 5 metros.

Comprimento (metros)	Diâmetro da haste (milímetros)	Peso em Kg (kilogramas)	
		Ferro	Cobre
2	30	8	9
2,5	32	10	12
3	35	15	18
3,5	40	18	21
4	45	25	50
4,5	50	32	37
5	55	42	50
5,5	60	55	65
6	65	70	83

Tabela 1: Diâmetro e peso da haste em função do comprimento, [CREDER, 1991]

*Eléctrodo de terra* é uma das partes mais importantes do sistema de pára-raios, a sua resistência é aconselhável não ultrapassar 5 ohms, com o cabo de descida desligado, e deve se verificar periodicamente, nunca devendo ultrapassar 25 ohms.

Tipo de eléctrodo	Dimensões mínimas	Observações
Chapa de cobre	0,20m <sup>2</sup> e 0,002, de espessura	Profundidade mínima de 0,60m
Cano de ferro galvanizado	2,40m de comprimento e diâmetro nominal de 25mm	Enterramento total vertical
Barra perfilada de ferro galvanizado	Cantoneira de 20x20x3mm ou equivalente com 2,40m de comprimento	Enterramento total vertical
Barra de ferro galvanizado	Diâmetro de 16mm com 3m de comprimento	Enterramento total vertical
Barra de copperweld	Diâmetro de 15mm com 2,40m de comprimento	Enterramento total vertical
Fita de cobre	0,025m x 0,002m e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m, posição horizontal
Cabo de cobre	Secção de 25mm <sup>2</sup> e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m, posição horizontal
Cabo de aço galvanizado	Secção de 95mm <sup>2</sup> e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m, posição horizontal

Tabela 2: Tipos de eléctrodo de terra, [CREDER, 1991].

*Isolador* pode ser de modelo industrial normal e do tipo exterior para 10KV.

*Braçadeira* deve ser de material bom condutor, destinando-se a fixar o cabo de descida à haste.

*Cabo de descida ou escoamento* deve ser de cobre, tipo cordoalha, com secção mínima de 30 milímetros quadrados no exterior e de 50 milímetros quadrados no solo.

*Protector contra acções mecânicas*, a fim de evitar danificações mecânicas, deve se proteger o cabo de descida desde o solo até uma altura aproximadamente a 2 metro, por ripas de madeira ou outro material isolante apropriado, (CREDER, 1991, pp 286-288).

#### **2.5.6. Ligação à terra nas instalações**

O objectivo dos aterramentos é assegurar sem perigo o escoamento das correntes de falta e de fuga para a terra, satisfazendo as necessidades de segurança das pessoas e funcionalidade das instalações.

##### *Aterramento*

A seleção e instalação dos componentes de aterramento devem ser tais que:

O valor da resistência de aterramento obtida não deve se modificar consideravelmente ao longo do tempo;

Resistam as solicitações térmicas, termomecânicas ou electromecânicas;

Sejam adequadamente robustos ou possuam protecção mecânica apropriada para fazer face às condições de influências externas.

##### *Eléctrodos de aterramento*

Os seguintes tipos de eléctrodos de aterramento podem ser usados:

Condutores nus, hastes ou tubos, fectores ou cabos de aço embutidos nas fundações, barras ou placas metálicas, armações metálicas do concreto, outras estruturas metálicas apropriadas, enterradas no solo, (CREDER, 1991).

##### *O regime de neutro TT*

É caracterizado por ter o neutro do transformador do PT directamente ligado à terra de serviço e as massas ligadas a terra de protecção, ( MATIAS).

## 2.6. Condutores usados nas canalizações eléctricas

*Cabo tipo VV*- este tipo de cabo utiliza se principalmente em instalações industriais, podendo aparecer nos edifícios em locais húmidos, molhados e axpostas à intempérie.

*Cabo tipo VHV* este cabo tem a mesma aplicação que o cabo VV, é o cabo mais recomendado para as baixadas de alimentação dos edifícios.

*Cabo tipo VAV* este tipo de cabo é utilizado nas instalações subterrâneas, especialmente de alimentação de edifícios, (MATIAS).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGIA**

### **3.1. Área de estudo**

O trabalho foi realizado no bairro de Maxaquene “A”, constituído por 60 quarteirões e está localizado no distrito Municipal Ka Maxaquene antigo DM3, Maputo Cidade, o distrito possui 8 (oito) bairros dos quais 1(um) é Maxaquene “A”.

O bairro de Maxaquene “A” é limitado por 4 Avenidas a saber (mapa em anexo 3):

- Norte: Avenida das F.P.L.M.
- Sul: Avenida Joaquim Chissano.
- Este: Avenida Milagre Mabote.
- Oeste: Avenida Acordos de Lusaka.

### **3.2. População de estudo**

O estudo para o melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica foi feito no bairro de Maxaquene “A” e a população de estudo foi deste bairro.

### **3.3. Tipo de pesquisa**

A pesquisa é aplicada, pois procura dar conhecimentos que são aplicados praticamente para solucionar os problemas de má qualidade no fornecimento de energia eléctrica no bairro de Maxaquene “A”.

Atendendo a abordagem do problema ela é qualitativa pois procura melhorar a qualidade da energia eléctrica fornecida ao bairro.

De acordo com os objectivos a pesquisa é exploratória pois visa conhecer os factos relacionados ao tema e recuperar as informações disponíveis.

É pesquisa do campo porque a colecta de dados e a observação dos factos, foram realizados no bairro de Maxaquene “A”.

Foi pesquisa bibliográfica como é fundamentada nos conhecimentos da documentação bibliográfica.

### **3.4. Instrumentos de colecta de dados**

*Levantamento:* Consulta nos arquivos da EDM.

Todas as redes de distribuição de Maputo Cidade estão actualizados na rede internet, são usadas estas redes para fazer o levantamento dos dados, pois possuem toda a informação técnica necessária para analisar e compreender o funcionamento das redes de distribuição em baixa ou média tensão.

*Observação:* Visita aos PTs.

A visita de estudo aos PTs permitiu analisar o estado físico, bem como a sua manutenção.

No bairro de Maxaquene “A” os PTs e PTP são alimentados por uma subestação 7 que fornece uma média tensão de 11KV localizada na Avenida Acordos de Luzaka, próximo a praça da paz e esta linha termina no PS4, esta linha está bialimentada para que em caso de avaria de uma das partes fica a funcionar sob alimentação da outra.

### **3.5. Situação do bairro de Maxaquene “A”**

O bairro esta num estado crítico, pois os postes de distribuição de energia eléctrica tem um número de baixadas superior a 10 na sua maioria, e ainda encontram-se muitos cabos de alumínio nûs, que nos dias de ventos ou chuvas fortes originam curto-circuitos devido a movimentações constantes dos condutores. Existem postes com lâmpadas sem comando da fotocélula, com iluminação durante 24 horas (figura em anexo 2) e postes de distribuição com um ângulo aproximadamente a 60º, o que constituíu um perigo para as pessoas que passam ou que vivem nos arredores desses postes pois a qualquer hora podem cair .

As figuras ilustram postes com uma inclinação e com muitos ramais de entrada:

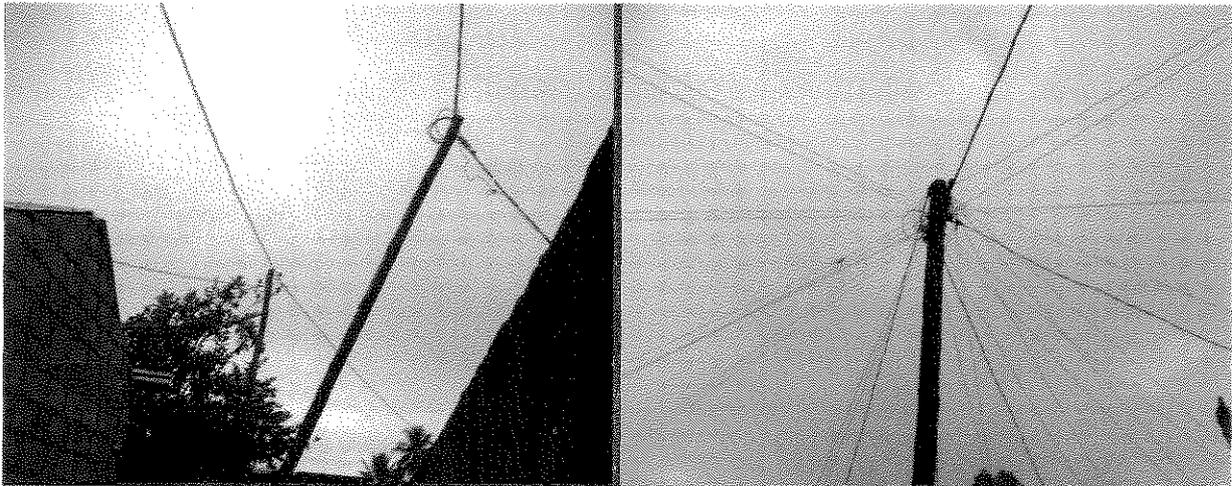


Figura 2: (a) Poste com inclinação de  $60^\circ$ .

(b) Poste com muitas baixadas e cabos nus. [Autor]

O bairro tem linhas monofásicas extensas que em muitos casos são suportados por postes não apropriados para distribuição de energia eléctrica e também constituem um perigo para toda a comunidade que circunda a zona além da energia eléctrica que chega aos consumidores com os níveis de corrente não desejáveis.

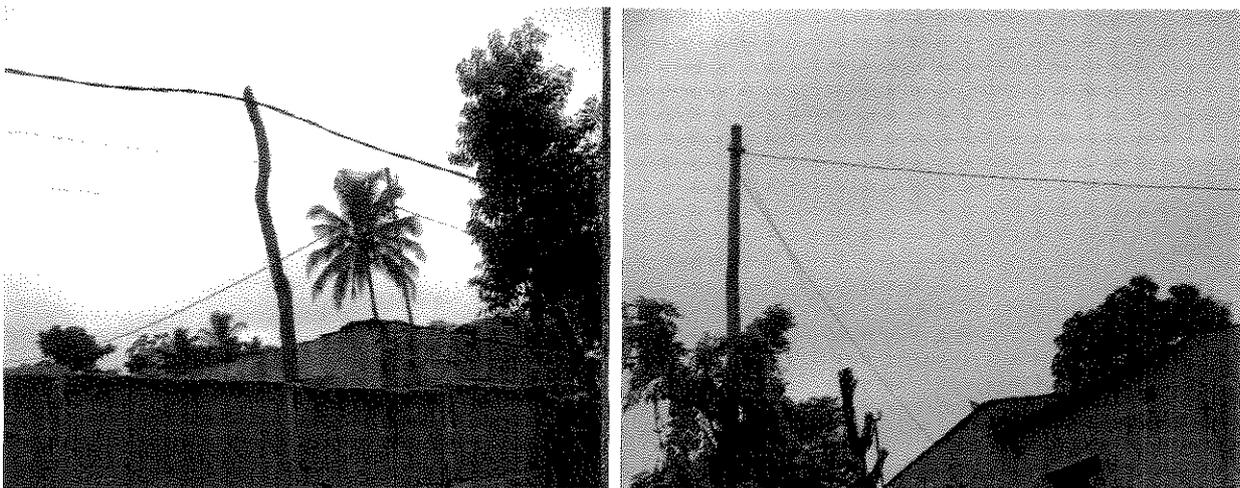


Figura 3: (a) Postes impróprios para RDEE.

(b) Redes monofásicas extensas. [Autor]

### 3.5.1. Cálculo da carga do bairro de Maxaquene “A”

Dados:

2352 casas ligadas a rede com 3,3 KVA= 2,64KW cada

$K_u = 0,4 - 0,6$

320 postes de distribuição de energia eléctrica

A potência de carga de uma casa é aproximadamente:

$$P_c = P_{inst} \cdot K_u \quad (1)$$

$$P_c = 2,64 \times 0,6 = 1,584KW$$

Num bairro habitacional a necessidade de carga não é a mesma, por isso, é necessário ter em conta o factor de simultaneidade ( $K_s$ ) . (tabelas em anexo 1).

A carga de um grupo ( $P_G$ ) de várias casas habitacionais é dada por:

$$P_G = n \cdot P_{inst} \cdot K_u \cdot K_{s_1} \quad (2)$$

$K_{s_1}$ - depende do número de casas alimentadas num ponto:

$$K_{s_1} = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$K_{s_1} = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{2352}} = 0,2164$$

$$P_G = 2352 \times 2,64 \times 0,6 \times 0,2164 = 806,2KW$$

O bairro para além de casas de habitação existem instituições públicas, estas tem potências instaladas diferentes. As instituições públicas tem um factor de simultaneidade ( $K_{s_2}$ ), que é geralmente 0,85.

Dados

- 4 Escolas de Pinst igual a 8,5 KW;
- Farmácia de Pinst igual a 2,64 KW;
- Um complexo de Pinst igual a 8,5 KW;
- 2 Centros infantís de Pinst igual a 5 KW;
- 3 agência de venda de carros de Pinst igual a 6 KW;
- 2 lojas simples de Pinst igual a 2,64 KW;
- Uma serigrafia de Pinst igual a 9 KW;
- Iluminação pública de Pinst igual a 40 KW.

Assim a potência das instituições públicas Maxaquene "A" é:

$$P_{ip} = Ks_2 \cdot \sum_{i=1}^n Pinst \cdot Ku_i \quad (4)$$

$$P_{ip} = 0,85 \times (2 \times 6 \times 0,75 + 2,64 \times 0,75 + 2 \times 5 \times 0,75 + 2,64 \times 0,75 + 40 + 4 \times 8,5 \times 0,75 + 9 \times 0,75 + 0,75 \times 8,5)$$

$$P_{ip} = 85,9KW$$

$$P_H = P_G + P_{ip} \quad (5)$$

$$P_H = n \cdot Pinst \cdot Ku \cdot Ks_1 + Ks_2 \cdot \sum_{i=1}^n Pinst \cdot Ku_i \quad (6)$$

$$P_H = (806,2 + 85,9)KW = 892,1KW$$

A potência é que determina a potência dos transformadores mas tem em consideração a reserva, que geralmente pode ser 7 - 9% da carga num ano.

Para o bairro de Maxaquene “A”(Moçambique), considera um factor de potência de 0,8.

Assim a potência aparente é:

$$S_H = \frac{P_H}{\cos\theta} \quad (7)$$

$$S_H = \frac{892,1}{0,8} = 1115,125KVA$$

$$S_H = S + 0,09S \quad (8)$$

$$S_H = 1115,125 + 0,09 \times 1115,125 = 1215,486KVA$$

Actualmente o bairro tem 3 postos de transformação públicas com uma potência de 500KVA cada, para responder as necessidades do público, então conclui que:

$$3 \times 500 KVA = 1500 KVA \quad (\text{Antes do melhoramento})$$

Relacionando o número de clientes e o número de postes de distribuição para calcular a média do número de baixadas em cada poste e tem:

$$N_{Mb} = \frac{n+n_{ip}}{N_p} \quad (9)$$

$$N_{Mb} = \frac{2352 + 14}{320} = 7,4$$

O valor de 7,4 define o número de ramais de entrada ou baixadas que o bairro tem em média para cada poste de distribuição, pois devia ter 6.

O valor de 1500KVA é superior a carga necessária mas não satisfaz as necessidades como o bairro tem casas que ainda não possuem energia eléctrica e segundo as fontes da administração do distrito municipal Ka Maxakeni *o bairro possui cerca de 4349 famílias* .(SENSO;2007).

O valor da potência que os PTs oferecem não responde às necessidades totais como o objectivo é uma única família para cada ramal de entrada ou baixada, sem repartição, pois muitas famílias partilham o mesmo espaço e energia eléctrica o que origina má qualidade porque ultrapassam a carga prevista de consumo.