

634.0.8 (679.9)

TOM

Eng. F-43

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

Eng. F-43

23392

**TRABALHO DE DIPLOMA**

**Avaliação do estado sanitário dos postes  
da madeira instalados nos bairros  
de Mavalane, Hulene e Polana caniço,  
nos arredores da cidade de Maputo**

**Autora : Hercília Estrela**

**Maputo, Fevereiro de 1999**

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

23392

**Avaliação do Estado Sanitário dos Postes de Madeira Instalados nos Bairros de Mavalane, Hulene e Polana Caniço, nos Arredores da Cidade de Maputo<sup>1</sup>**

**Autora : Hercília Estrela<sup>2</sup>**

**Supervisora: Prof. Dr.ª Lídia Brito<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup>Título da Tese do Trabalho de Licenciatura em Engenharia Florestal

<sup>2</sup>Candidata à Graduação em Licenciatura

<sup>3</sup>Docente, Secção de Tecnologia da Madeira, Depto. de Eng.ª Florestal

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho constitui o culminar de um longo período de investigação por mim realizado. Esta é a primeira vez que o submeto para obter um grau de licenciatura.

A autora

(Hercília Estrela Tombolane)

### Aprovação do Júri

Este trabalho foi aprovado no dia ..... de..... De 1999 por nós membros do júri examinador da Universidade Eduardo Mondlane.

### Composição do Júri:

	Nome	Assinatura
1. Presidente:	.....	.....
2. Supervisor:	.....	.....
3. Oponente:	.....	.....

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas e instituições que me apoiaram na realização deste trabalho, em especial:

A Prof. Doutora Lídia Brito, supervisora deste trabalho pelo apoio prestado, pelas sugestões e ensinamentos bastante úteis contribuindo para o melhoramento do mesmo;

Aos docentes da FAEF, particularmente aos do DEF pelos ensinamentos que puderam transmitir ao longo da minha formação;

Aos professores Jaime Bunster e Gilead M'lay pelo apoio e confiança demonstrados, durante a elaboração deste trabalho;

Aos Engenheiros Higino de Marrule, Francisco Geje e ao Dr. Henriques Chissano pelo apoio prestado na interpretação e compilação dos dados obtidos;

Aos Srs. Agostinho Langa e Paulino, técnicos do DEF, pela assistência prestada e dedicação mostrada durante o levantamento de dados no campo;

A Direcção e o pessoal técnico da EDM, ao Sr. Abú da Planta de tratamento de Marracuene;

Aos meus colegas Rosa, Rita, Carla, Hélio, Renato, Marcelina, Afonso, Ivete e Ábida pelo apoio prestado;

Um agradecimento muito especial aos meus pais e irmãos que sempre souberam dar-me conselho, amparo e carinho nos momentos difíceis;

Finalmente a todos aqueles que directa ou indirectamente tudo fizeram para que este trabalho se tornasse uma realidade

*O meu Obrigado.*

**DEDICATÓRIA**

*Ao meu marido*

**Hipólito Amela**

*A minha filha*

**Shelsea da Conceição Amela**

*Dedico e ofereço*

## ÍNDICE

	Pág.
Declaração de honra .....	i
Agradecimentos .....	.ii
Dedicatória .....	.iii
Índice .....	.iv
Lista de Figuras .....	.vii
Lista de Tabelas .....	.viii
Resumo.....	.ix
Summary.....	.x
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICAÇÃO E IMPORTÂNCIA .....	2
1.2 OBJECTIVOS .....	3
1.2.1 <i>Objectivo geral</i> .....	
1.2.2 <i>Objectivos específicos</i> .....	3
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1 UTILIZAÇÃO DOS POSTES DE MADEIRA EM MOÇAMBIQUE.....	4

2.2	AGENTES DETERIORADORES DOS POSTES DE MADEIRA .....	5
2.2.1	<i>Formigas Carpinteiras</i> .....	6
2.2.2	<i>Fungos</i> .....	7
2.2.3	<i>Tratamento Preventivo.</i> .....	8
2.3	TÉCNICAS DE INSPECÇÃO.....	9
2.3.1	<i>Métodos tradicionais de Inspeção dos postes de madeira em serviço</i> .....	10
2.3.2	<i>Métodos modernos de inspeção de postes de madeira em serviço baseado em instrumentos de medição</i> .....	11
2.3.3	<i>Resistência dos postes de madeira em serviço a cargas exercida pelos fios de transmissão eléctrica.</i> .....	13
2.3.4	<i>Desenvolvimento da Técnica de inspeção noutros Países</i> .....	13
2.4	PLANO DE INSPECÇÃO .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1	BREVE DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO. ....	17
3.2	MATERIAL .....	17
3.3	METODOLOGIA .....	18
3.3.1	<i>Recolha de dados</i> .....	18
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
4.1	BREVE DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DOS POSTES EM SERVIÇO NOS BAIRROS EM ESTUDO. ....	21
4.2	ESTADO SANITÁRIO DOS POSTES DA ÁREA INSPECIONADA .....	21
4.3	TIPOS DE DANO ENCOTRADOS NOS POSTES EM INSPECÇÃO.....	24

4.4	AGENTE CAUSADOR DE DOENÇA AOS POSTES INSTALADOS NA ÁREA DE ESTUDO .....	26
4.5	GRAU DE ATAQUE DOS POSTES EM SERVIÇO .....	27
4.6	LOCALIZAÇÃO DO DANO NOS POSTES.....	28
4.7	TIPO DE TRATAMENTO.....	30
4.8	ALTURA E DIÂMETRO DOS POSTES EM ESTUDO.....	31
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>33</b>
5.1	CONCLUSÕES.....	33
5.2	RECOMENDAÇÕES .....	35
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Situação sanitária dos postes por em serviço na área total de estudo ...	23
Figura 2. Estado Sanitário dos postes por período de instalação.....	24
Figura 3. Tipo de dano causado por período .....	25
Figura 4. Corte transversal da madeira .....	26
Figura 5. Distribuição do ataque por vários agentes causadores do dano biológico.....	27
Figura 6. Grau de ataque dos postes em estudo.....	28
Figura 7. Localização do dano no poste por período de instalação.....	29

## LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1. Distribuição dos postes em serviço por período e por bairro.....22

Tabela 2. Relação entre o grau de ataque e o tipo de tratamento nos postes em estudo.....31

### ANEXOS:

Anexo 1. Distribuição do dano pelos 3 períodos de instalação dos postes .....38

Anexo 2. Agente causador da doença por período .....39

Anexo 3. Grau de ataque dos postes por período .....39

Anexo 4. Localização do dano nos postes por período..... 40

Anexo 5. Ficha de levantamento de campo.....41

Anexo 6. Estado Sanitário dos postes instalados na área de estudo.....42

Anexo 7. Mapa dos bairros Mavalane e Hulene.....43

Anexo 8. Mapa do bairro Polana Caniço .....44

## RESUMO

*O presente trabalho apresenta os resultados do estado sanitário dos postes em serviço nos bairros da Polana Caniço, Hulene e Mavalane nos arredores da cidade de Maputo, resultantes dum estudo feito com vista a avaliar a influência dos anos em serviço no estado sanitário dos postes bem como testar uma técnica de inspecção dos postes em serviço; contribuindo assim para o desenvolvimento duma técnica de inspecção dos postes de madeira.*

*Trata-se duma área com cerca de 1500 postes de madeira actualmente em serviço na qual foi feita uma análise sistemática destes postes em serviço, tendo sido inspeccionadas 160 postes de madeira para transmissão de energia de baixa tensão.*

*Como resultado da inspecção, apurou-se que 70% dos postes de madeira em serviço registam algum tipo de dano. De um modo geral a combinação dos danos mecânico/ biológico foi o que se mostrou mais frequente.*

*Dos postes instalados há 22 anos nos bairros de Mavalane e Hulene sofreram maior ataque pelos agentes deterioradores, dos quais 35 % com dano mecânico/ biológico.*

*Os postes em serviço há 15 anos apresentaram-se com 72 % de postes atacados, sendo o dano mecânico/ biológico, o mais evidente.*

*Deste modo, recomenda-se a implementação de programas de inspecção e manutenção bem como tratamentos curativos imediatos a todos postes aproveitáveis; que sejam de baixo custo, eficientes e factíveis de serem aplicados.*

## SUMMARY

The present document gives the health status of all post in service on Hulene A e B, Polana Caniço, and Mavalane areas, Maputo suburbs. The paper is a result of a study done to evaluate the years of service influence in the healthy of electrical posts as well as to test a technique of inspecting electrical wooden posts in service; contributing thereby for the development of a technique of a wodeen posts inspections.

The study considered an area of about 1500 wooden posts in service, using systematic analyses, consisting on taking a sample of hundred and sixty (160) wooden post of low electric power for inspections.

As result of this inspection, it was found that 70% of a all wood posts in service have some sort of damage. In general, the higher frequency was found on the combination of mechanic/ biological damage.

From the post installed 22 years ago in Mavalane and Hulene A areas 74% were attacked by the deteriorating agents; being 35% with mechanic/biological damage.

From all posts with 15 years of service, 72% were attacked being the mechanic/biological damage the most evident.

Therefore, it is recommended an implementation of an inspection and maintenance program, as well as an immediate curative treatment for all good posts as long as it is of low cost, efficient and easy to apply.

## 1 INTRODUÇÃO

Em Moçambique a energia eléctrica é preponderante para o desenvolvimento das zonas rurais e peri-urbanas. O uso dos postes de madeira para transporte de energia a essas regiões é bastante comum. Isto deve-se ao baixo custo de aquisição e instalação quando comparado com os postes de betão, que apesar do seu longo período de vida, têm custos muito elevados.

Normalmente os postes de madeira em serviço estão expostos a condições ambientais adversas como por exemplo, temperaturas extremas, humidades elevadas, tempestades, as quais são responsáveis pelo surgimento de danos mecânicos, biológicos entre outros males que de um modo geral diminuem a durabilidade natural da madeira encurtando deste modo, o tempo de vida útil do poste.

Contudo a durabilidade natural do poste pode ser aumentada e o tempo de serviço prolongado, se por um lado o tratamento prévio dos postes com substâncias preservantes fôr aplicado antes de serem instalados no campo, e por outro lado, após a sua instalação os postes beneficiarem de serviços de inspecção e manutenção.

Na Suécia, existem cerca de 10 milhões de postes de madeira de transmissão de energia eléctrica de *Pinus silvestris* em serviço, dos quais cerca de 70% foram tratados com creosote e 30% com sais hidrosolúveis. Após trinta e cinco anos em serviço estes postes ainda se apresentavam em bom estado de conservação.

Mrema (1989), aponta o *Pinus silvestris* e o *Eucalyptus* como sendo as espécies preferidas pela TANESCO (Companhia de abastecimento de electricidade na Tanzania). A conicidade, presença de nós, fissuras, anéis, casca interna, furos provocados pelos insectos entre outros são algumas características consideradas limitantes na importação de postes de madeira pela TANESCO.

## **1.1 JUSTIFICAÇÃO E IMPORTÂNCIA**

Actualmente tem-se desenvolvido diversas técnicas de inspecção de postes de madeira em serviço para avaliar o estado sanitário dos mesmos com objectivo de se encontrar uma base de decisão de substituição ou não do poste ou, se fôr o caso, a manutenção destes.

A falta de programas sistemáticos de inspecção e manutenção tem levado as companhias a substituírem os postes antes de completar-se o tempo previsto para reposição no momento da instalação.

Os custos de reposição são bastante altos. Conforme análises feitas por Goodman (1989), o custo de substituição é cerca de cinco a seis vezes mais elevado que o custo de manutenção dos postes de madeira.

Em Moçambique, ainda não se faz a inspecção de postes de madeira daí a importância em levar a cabo este tipo de trabalho que oferece resultados de um programa de inspecção cobrindo três bairros dos arredores da cidade de Maputo.

Este trabalho pretende despertar o interesse das companhias utilizadoras de postes de madeira em Moçambique, em programas cíclicos de inspecção dos seus postes, dado o benefício que estes apresentam no prolongamento da vida útil dos mesmos através da sua manutenção reduzindo assim os custos de substituição.

Um programa de inspecção e tratamento dos postes em serviço é o primeiro e mais importante passo para assegurar que os postes atinjam o seu máximo de tempo de vida em serviço (Roesser, 1989).

## **1.2 OBJECTIVOS**

Pretende-se com este trabalho alcançar os seguintes objectivos fundamentais :

### **1.2.1 Objectivo geral**

- ◆ Contribuir para o desenvolvimento dum programa de inspeção de postes em serviço.

### **1.2.2 Objectivos específicos**

- ◆ Avaliar a influência dos anos em serviço , no estado sanitário dos postes.
- ◆ Testar uma técnica de inspeção dos postes em serviço.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 UTILIZAÇÃO DOS POSTES DE MADEIRA EM MOÇAMBIQUE

Em Moçambique, os postes de madeira são na sua grande maioria de *Eucalyptus saligna* produzidos em Manica (Bandula), em Maputo (Marracuene e Namaacha) e do género *Pinus* vindos da Europa ( Bunster 1996).

Algumas espécies exóticas do género *Eucalyptus* e *Pinus* devido às excelentes qualidades dos seus troncos ( troncos compridos, estreitos, cilindricos e com boa conicidade ) são bastante apreciadas para a produção de postes de condução de cabos de energia eléctrica e de telefone.

Bunster (1996) observou que as espécies nativas não possuem tais características desejáveis para a produção de postes, porém apresentam uma vasta gama de qualidades também muito apreciadas para diversos outros fins, como é o caso do fabrico de mobiliário, artesanato, construção de habitações, etc.

A literatura indica, que em condições tropicais, a vida útil dos postes pode ser encurtada. Contudo (Krogh,1966) citado por Bunster, 1996) observou que postes de *Eucalyptus* na África do Sul, ultrapassaram uma vida útil de 28 anos quando tratados com creosote.

Em Moçambique não existem registos acerca da vida útil dos postes de madeira em serviço. Informações a respeito indicam que existem cerca de 5000 postes de madeira integrando as linhas urbanas e suburbanas de Maputo ( EDM, 1996). Deste total, cerca de 40% corresponde a linhas de média tensão. As linhas mais antigas executadas com este tipo de postes estão situadas nos bairros de Hulene (baixa tensão), montadas em 1975 e a linha EM3, Liberdade-Moamba montadas em 1978 .

As companhias nacionais em zonas rurais dependem exclusivamente da madeira para a expansão das redes telefónicas e distribuição de energia eléctrica no País. Esta dependência aumenta cada vez mais a procura dos postes de madeira. Sendo a capacidade nacional de produção destes postes relativamente baixa, alguns postes são importados ( Brito, 1990 ).

O mesmo autor salienta que, as condições económicas e sociais do País fazem com que o caule do coqueiro ( *Cocus nucífera*) seja uma alternativa viável para os postes de madeira, principalmente em áreas rurais, onde outras espécies de madeira escasseiam.

Quire (1977) citado por Brito (1989) , afirma que durabilidade natural do coqueiro não é tão baixa como normalmente se pensa; e que se for protegido do ambiente pode durar muitos anos. Contudo é indispensável o uso de preservantes, e estando os postes em contacto directo com o solo, merecem um cuidado especial.

## 2.2 AGENTES DETERIORADORES DOS POSTES DE MADEIRA

A deterioração dos postes devido ao ataque por insectos, aparecimento de podridões, rachas e fendas, com a consequente redução da sua vida útil são exemplos mais comuns da situação dos postes em serviço.

Normalmente a literatura indica que tais factos devem-se essencialmente aos seguintes factores:

- Degradação biológica
- Degradação mecânica

### 2.2.1 Agentes de degradação biológica

A degradação biológica é causada por organismos como as formigas, pássaros, bactérias, fungos e outros, dentre as quais merecem destaque os seguintes:

#### Formigas carpinteiras

De acordo com Hunt e Garratt ( 1962 ), as formigas carpinteiras da ordem *Hymenoptera*, que podem ser grandes ou pequenas, de cor negra ou parda, penetram directamente pelo solo até 0.5- 1.0 metros abaixo da linha da terra .

Estas formigas causam danos que se manifestam através de galerias planas e paredes lisas sem resíduos de fibras. Tais galerias são usadas como abrigo e a serradura serve para sua alimentação.

### Termites

Por outro lado a ordem Isoptera representa também um grande perigo para a sanidade dos postes de madeira em serviço. Esta ordem, contém mais de duas mil espécies distribuídas em sete famílias, nomeadamente, a Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Termitidae, e outros.

Dentre estas famílias as termites pertencentes a família Termitidae, na ordem Isoptera destacam-se por possuírem uma forte capacidade de deterioração da madeira.

Existem termites de madeira seca, de madeira húmida e termites subterrâneas (Oliveira & Lepage, 1986).

As termites subterrâneas são as que mais atacam os postes de madeira em serviço, uma vez que estes postes encontram-se em contacto directo com o solo, fornecendo um ambiente favorável ao desenvolvimento das mesmas. Estas ocorrem em latitude de 50°N e 50°S sendo portanto a sua proliferação para fora desta zona feita por vectores. Estes são mais frequentes em solos húmidos e arenosos em regiões quentes contendo alguma fonte de alimento abundante. Numa madeira atacada por estes insectos observam-se pequenos pelotes (excrementos) que as termites empurram para fora do material atacado, o poste apresenta também no interior galerias que não obedecem o sentido das fibras.

As termites de madeira seca preferem ambientes secos, como é o caso de mobiliário, estruturas ou vigas antigas etc. Estas termites diferem das termites subterrâneas pela forma como penetram na madeira. Este tipo de insectos requiere pouca humidade (10-12 %) para sua existência e entram por via aérea, abrem túneis e tapam rapidamente a entrada com partículas de madeira fina. Ao escavarem as galerias estas termites formam pequenos pelotes fecais que de vez em quando são expulsos por orifícios abertos para aquele fim ( Hunt & Garratt, 1962 ).

As termites de madeira seca causam danos consideráveis acima da linha da terra dos postes não tratados e dos postes que são tratados na base, se bem que algumas vezes concentram o seu ataque na parte superior dos postes ( Lopez et al. 1986 ).

Existem espécies com resistência natural ao ataque de termites como é o caso de *Sequoia*, *Ciprés*, *Pinho* e outros, devido ao nível de toxicidade dos seus extractivos ( Hunt & Garratt, 1962 ).

### Fungos

Os danos causados na madeira por fungos xilófagos são devido a contínua deterioração da celulose, hemicelulose e em alguns casos a lignina ( Moreschi, 1986 ).

De acordo com o mesmo autor distinguem-se 3 tipos de fungos que atacam os postes; os fungos de podridão branca, parda e de podridão mole.

Os fungos causadores de podridão branca são principalmente os *Basidiomicetes*. A madeira atacada perde a sua cor natural e o seu aspecto lustroso tornando-se esbranquiçada como resultado da destruição dos seus pigmentos. Comumente observam-se linhas escuras demarcando a região atacada da não atacada.

A madeira atacada pelos fungos causadores de podridão parda (*Basidiomicetes*), quando seca, apresenta um aspecto de estar levemente queimada, adquirindo coloração parda. Quando seca a madeira sofre colapso com facilidade e apresenta inúmeras rachaduras, paralelas e perpendiculares à grã.

O ataque por *Ascomicetos*, fungos causadores de podridão mole restringe-se a superfície da madeira, dificilmente penetrando mais que dois centímetros de profundidade. Quando no estado húmido a madeira apresenta a superfície amolecida, ao secar a superfície apresenta coloração escurecida lembrando a madeira atacada por fungos de podridão parda.

Morechi (1986) referiu-se a outro tipo de fungos que são os fungos causadores de manchas e bolores, explicando que a madeira por eles atacada adquire uma coloração que a desvaloriza comercialmente. No entanto não se observam níveis

significativos de perda de peso e das propriedades mecânicas .

### 2.2.2 Agentes de degradação mecânica

A degradação mecânica é causada por factores de natureza climática , vento, humidade, temperatura, erosão, excesso de carga e ainda por factores humanos, má selecção dos postes antes da instalação, entre outros.

### 2.3 Tratamento Preventivo.

A problemática de deterioração de postes faz-se sentir por todo lado, dependendo das condições climáticas e ecológicas existentes nestes locais.

Como forma de superar esta situação, as companhias utilizadoras de postes de madeira para transmissão de energia eléctrica ou de telefone tem desenvolvido diversas técnicas de inspecção desde as tradicionais até as mais evoluídas, como o uso de aparelhos sofisticados fornecendo informação do estado sanitário dos postes de forma rápida e segura.

A deterioração dos postes em serviço é um problema que afecta quase todas companhias de electricidade que usam postes de madeira para transmissão de energia eléctrica. Essa deterioração pode ser abaixo ou acima da linha de terra dependendo do tipo de agente causador ( insecto, fungo, pássaros, etc.) existentes no local ou ainda as condições ambientais prevaescentes (Reeves, 1989).

Como lembra Brito (1996), o tratamento preservante da madeira por métodos de preservação com pressão em cilindro é o método comercial preferido para o tratamento de postes por causa da sua grande eficiência e efectividade. Este tipo de tratamento permite uma maior penetração e absorção do preservante pela madeira.

Existem dois métodos de tratamento que usam pressão com base na retenção do preservante:

Processo célula cheia ( Bethell )

Processo célula vazia ( Lowry e Rueping )

Maior parte dos postes instalados em Maputo foram tratados com sais de cobre, crómio e arsénio- CCA na Planta de tratamento de Marracuene usando o processo célula cheia. Este processo tem como principal objectivo atingir o máximo de retenção do preservante na porção tratada madeira; distingue-se da célula vazia pela aplicação do vácuo preliminar que está desenhado para remover o máximo de ar das células reduzindo assim o efeito de amortecimento por ar, que resiste a penetração do preservante. Para além destes existem postes tratados com creosote provenientes da Moflor (Sofala), postes não tratados provenientes de Salamanga e alguns importados da África do Sul (Abú,1997/\*)

Os tratamentos preventivos são úteis por proporcionarem uma medida de retenção ou absorção do produto de modo a prolongar o período de vida do poste em serviço.

Henningson, Edlund et al. (1989), estudou a capacidade de degradação da madeira por dezanove fungos isolados vinte e oito meses depois de tratados com um determinado produto. Após análises microscópicas em amostras de *Pinus silvestris* foram registados vários tipos de ataque nomeadamente furos de boro, erosão e cavidades.

Purslow ( 1974 ) citado por Bunster ( 1996 ) reporta que observações feitas na Inglaterra com postes de *Pinus* preservado com CCA, após 19 anos, estavam todos em perfeitas condições.

## 2.4 TÉCNICAS DE INSPECÇÃO.

A inspecção dos postes de madeira pode ser feita de forma visual ou com base em instrumentos de medição .

---

<sup>1</sup> \* Consulta oral

#### 2.4.1 Métodos tradicionais de inspecção dos postes de madeira em serviço

O método de inspecção tradicional engloba um conjunto de componentes que o tornam cada vez mais completo. Estas componentes apresentam-se do seguinte modo:

Inspeção Visual

Inspeção por Auscultação do Som

Inspeção por Escavação

Inspeção por Perfuração.

Cada uma destas componentes acarreta um certo custo inicial associado a exactidão, frequência e re-inspecção;

A) Inspeção visual: Este tipo de inspecção detecta tipicamente postes partidos, quebrados, com buracos (furos), queimaduras etc. É um método simples e barato. Contudo, não é possível detectar o dano se este localizar-se a baixo do solo ou na parte interna do poste ( Bingel, 1989).

B) Inspeção por auscultação do som: Consiste em dar pancadas ao poste com um martelo de forma a detectar apodrecimentos internos acima do solo. Postes severamente atacados ( ocos ) emitem um som característico e diferente do som emitido por postes pouco atacados. É também considerado um método simples e de baixo custo.

C) Inspeção por escavação: Consiste em cavar uma porção de terra, e abaixo da linha de terra identificar possível ataque pelos agentes acima referidos. Este, é o método mais efectivo para identificar postes com podridão " Shell " ( podridão na casca) abaixo do solo (Henningsson et al., 1989).

É crucial a localização da podridão da casca nos postes de Southern Yellow Pine desde que a maior resistência a flexão seja providenciada pela casca interna. Depois de escavar 18 polegadas, a podridão da casca pode ser removida do poste. O som prevalescente da madeira pode ser medido e comparado com o

requerido. Se o poste for rejeitado neste teste, então deve ser restaurado ou substituído.

A inspecção visual com auscultação do som e perfuração são usualmente incluídas como parte do processo de inspecção por escavação. Isto completa o programa conduzido por inspectores treinados e experientes que podem identificar, na maior parte das vezes, todos os processos de apodrecimento com excepção do apodrecimento incipiente.

D) Inspeção por perfuração: Para tal inspecção perfura-se o poste 12mm adentro e faz-se a análise da porção retirada. A madeira retirada na escavação dá-nos informação técnica do estado sanitário do poste ( Boughthon & Lewis, 1994 ). Neste método quando necessário faz-se um tratamento químico para evitar a expansão de culturas com fungos na região perfurada.

Embora os custos deste método sejam inicialmente baixos eles tendem a aumentar porque é necessário realizar inspecções frequentes, logo que sejam localizados postes severamente danificados. Se não for aplicado um tratamento preservativo esta degradação irá progredir descontroladamente.

Uma linha típica da America do Norte que esteve em serviço durante muito tempo contém postes que se encontram completamente saudáveis e postes em vários estágios de deterioração na zona da linha de contacto com o solo causado por apodrecimento, danificação mecânica e por insectos ( Bingel III, 1989).

#### **2.4.2 Métodos modernos de inspecção de postes de madeira em serviço baseado em instrumentos de medição**

Para a inspecção de postes de madeira são usados actualmente vários aparelhos portáteis que fornecem informação rápida e fiável.

Estes aparelhos fornecem informação sobre a densidade ou humidade da madeira em função do grau de ataque. O Resistograph, Pilodyn e o Higrometer gann, são alguns dos aparelhos com tais funções.

Segundo Rinn (1994), o Resistograph é um aparelho portátil que mede a resistência ao furo da ponta de uma agulha de comprimento menor que 1.5 metros, fornecendo um gráfico com variações da densidade em função do nível de ataque. Uma madeira atacada tem densidade reduzida e portanto apresenta menor resistência à penetração da agulha.

O Resistograph é um aparelho exacto, de fácil uso, com medição rápida e segura, uma máquina com excelente propriedade técnica de resistência, podendo perfurar madeira seca numa densidade elevada. Trata-se de um furador robusto com cerca de 5,5 kg de peso, ligado a uma bateria e a um cabo. Uma só carga de bateria faz acima de 100 medições, com uma perfuração máxima de 410 mm e leva cerca de dois minutos para registar o gráfico. Este método tem a desvantagem de ser caro. A sua aplicação só se justifica num sistema de inspecção a grande escala ( Rinn, 1994)

#### **b) Pilodyn**

Cown (1980), refere-se a outro aparelho de avaliação da densidade da madeira denominado "Pilodyn". Trata-se de um aparelho simples de controle. Este aparelho utiliza uma agulha de aço calibrada que penetra na madeira e corre através de eixo radial com uma certa força também calibrada. A penetração da agulha no poste é medida, o que dá alguma informação sobre a resistência local, coorelacionada com a densidade do material.

#### **c) Higrometer gann**

Um outro aparelho denominado "Higrometer Gann" controla o conteúdo de humidade da madeira. O resultado da medição é automaticamente corrigida de acordo com a temperatura e espécies paramétricas que são seleccionados no aparelho.

A resistência eléctrica é medida e um modelo de regressão fornece o conteúdo de humidade da amostra, que detecta a área degradada. Uma limitante deste instrumento é o efeito dos tratamentos na relação empírica entre a elasticidade da madeira e o seu conteúdo de humidade ( Panshin & De Zeeuw, 1989).

### **2.4.3 Resistência dos postes de madeira em serviço a carga exercida pelos fios de transmissão eléctrica.**

A inspecção de postes para além de identificar o grau de ataque determina também a capacidade do poste de suportar a carga que os fios exercem sobre os mesmos.

Edlund et al. (1989), explica que a principal resistência requerida nos postes em serviço, é a resistência á flexão transversal. O poste deve ser demasiado duro para suportar as cargas criadas primeiramente pelos ventos e depois pelos cabos de transporte ligados a estes.

A resistência do poste a flexão reduz-se quando o destruição por insectos ou danos mecânicos destroem a madeira. Apodrecimento na zona da linha de contacto com o solo é a causa de cerca de 85% da fraqueza dos postes ( Bingel III, 1989)

Métodos com baixa exactidão requerem re-inspecções frequentes porque os postes na fase inicial de degradação não são detectáveis, no entanto continuam a deteriorar-se progressivamente (Edlund et al. , 1989) .

### **2.4.4 Desenvolvimento da Técnica de inspecção noutros Países**

Postes de madeira são grandes componentes usados na transmissão e distribuição de corrente através de fios montados no topo dos postes. Nos Países desenvolvidos o número de postes em serviço está expresso em milhares de milhões e todos devem ser mantidos . Para manutenção dos postes existem amplos programas de pesquisa entre Universidades e indústrias que garantem todo um ciclo de inspecção, manutenção tratamento e reposição (Sandoz & Dirand,1994).Os mesmos autores lembram que Na França 100.000 postes novos são usados por ano pelas companhias francesas de transmissão de energia e 250.000 pela companhia telegráfica. A sua utilização tem tendência a crescer. A razão disso é a reputação que os postes de madeira têm relativamente a sua segurança mecânica a baixa degradação com o tempo.

A companhia de abastecimento de electricidade na Tanzania (TANESCO) e a

Corporação de Telecomunicação e postes da Tanzania (TP e TC) são os principais usuários dos postes de madeira naquele País. Anualmente milhares de postes de madeira são usados em programas de extensão. Os postes são importados através de concursos, respondendo a certas especificações estipuladas pelas companhias acima referidas ( Mrema, 1989).

Recentemente testes destrutivos de postes de madeira produzidos pela Electric Power Research Institute ( CEPRI) na Universidade de Colorado tem ajudado a desenvolver um banco de dados mais completo das propriedades físicas actuais dos postes. Isto providencia melhor entendimento da resistência dos postes de madeira para espécies particulares e como são afectados pelo tamanho do poste, conteúdo de humidade, densidade, tratamento, etc. (Bingel III, 1989).

Mais de 5000 postes em Wisnconsik, Florida, Lousiana e Georgia foram revistos 8-10 anos depois de serem assegurados com um tratamento e inspecção inicial da zona de linha de contacto com o solo. A percentagem de postes rejeitados foi reduzido para menos de 1% e o total de postes rejeitados ou degradados foi somente 5,4%. Isto mostra as poupanças resultantes não economizando não somente pela extensão do ciclo de inspecção para dez (10) anos como também pela eliminação de mais de noventa (90) postes rejeitados em cada mil (1000) postes inspeccionados ( Bingel III, 1989).

Boughthon e Lewis (1994), salientaram o facto de a comissão do Estado e Energia da Austrália Ocidental (SECWA), usar uma variedade de técnicas de controle incluindo alarmes, furos e provas de carga para inspeccionar o poder dos postes em quatro anos de rotação.

O número total de postes de madeira nos Estados Unidos é estimado em cerca de cento e trinta milhões. De acordo com as estatísticas da Associação Americana de preservadores de madeira ( AWWPA), setenta e três milhões de pés cúbicos de postes foram produzidos nos EUA em 1986 ( Roesser, 1989).

Para as linhas de transmissão telefónicas a TANESCO usa postes de 6 a 13 metros de comprimento com incremento de 0,5m e para as linhas de abastecimento de energia eléctrica prefere postes de 9 a 18 metros de comprimento e com um peso aproximado ( Mrema, 1989).

Contrariamente a companhia tanzaniana, (Edlund et al. 1989), refere-se a uma empresa Americana na Flórida que prefere usar postes com comprimento

inferior a oito metros, ou então usar os postes aos pares.

## 2.5 PLANO DE INSPECÇÃO

Segundo (Mrema, 1989), o pessoal envolvido na operação deve conhecer os objectivos que se pretendem atingir com um programa de inspecção; deve ser capaz de recolher toda informação necessária como por exemplo a história da linha a operar, ( o seu passado), contribuindo para qualquer problema que possa repetir-se. O mesmo autor explica que para além destes requisitos devem ser recolhidos e revistos estudos prévios de manutenção e relatórios, mapas e arquivos existentes sobre as linhas a inspecionar bem como dados climáticos do local desejado.

Segundo Bingel III (1989), para que um programa de inspecção seja satisfatório existem três atributos chaves que determinam a necessidade de manutenção, reabilitação ou substituição dos postes em serviço.

- Especificação do som
- Inspector bem treinado
- Qualidade dos materiais.

O mesmo autor aponta a segurança , a manutenção , a lucidez e o sistema de maneo, como sendo algumas das razões da inspecção de postes de madeira de transmissão e distribuição de energia.

Stewart & Goodman (1994), reportam um método de inspecção baseado na redução do diâmetro, explicando que para se decidir se um poste precisa ou não de ser substituído ou se necessita de um tratamento remedial, deve-se primeiramente retirar a camada apodrecida e em seguida avaliar a sua resistência residual através de métodos visual e acústicos.

A manutenção dos postes pode ser facilmente alcançada em conjunto com um programa de inspecção ( Bingel III,1989) .

Segundo Eisinger (1989), o programa de inspecção é feita de forma cíclica . Este ciclo pode ser completado duas vezes durante o tempo de vida da linha ou pode

ser feita com frequência de dez a dez anos.

Nos EUA, o Programa de inspecção dos postes de madeira é requerido pela NESC ( Nacional Electric Safety Code ) com objectivo de manter a segurança para identificação de condições perigosas ( Henningson et al , 1989 ).

Eisinger (1989) , reporta que um projecto compreensivo de manutenção consiste em três componentes básicos :

Inspeção

Avaliação

Manutenção

Explicando que cada um destes componentes pode ser repartido em actividades distintas que compõem o programa na sua totalidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 BREVE DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.

O estudo realizou-se nos bairros Hulene, Mavalane e Polana Caniço; na cidade de Maputo, geograficamente situada a 60 m de altitude, 25 58' de latitude Sul e a 32 35' de longitude Este.

Segundo informação fornecida pelo laboratório de solos da FAEF, o solo da área é arenoso com baixo conteúdo de Nitrogénio, fósforo e matéria orgânica, tem uma baixa capacidade de troca catiónica e um PH ligeiramente ácido. Esta região é caracterizada por duas estações do ano, a quente e chuvosa (Set-Març) e a seca e fria (Dez-Abr), a recolha de dados foi feita na época quente e chuvosa durante o mês de Outubro registando naquele período temperaturas máx e mín médias de 26,4 a 16,8 graus centígrados respectivamente.

#### 3.2 MATERIAL

Foi usado material proveniente da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal - Departamento de Engenharia Florestal e da Electricidade de Moçambique.

Material usado:

Martelo, enxada, berbequim manual, sacos plásticos, xilohigrómetros, escovas de aço, sutas, espátulas, tintas spray, fichas de controle e microscópio.

### 3.3 MÉTODOS

Com o intuito de identificar na cidade de Maputo áreas com postes instalados nas três últimas décadas, foram seleccionados 3 períodos de instalação de postes (1975,1982,1996) que correspondem respectivamente aos bairros de Mavalane e Hulene A, Polana Caniço e Hulene B ( Veja mapas 3 e 4 em anexo).

Os dados foram obtidos no campo através de uma inspecção junto aos postes em serviço e com auscultação dos trabalhadores e técnicos da Electricidade de Moçambique (EDM).

A análise feita baseiou-se numa amostra de cento e sessenta postes em serviço escolhidos sistematicamente de uma população de 1518 postes de madeira para transmissão de energia eléctrica de baixa tensão.

O método de inspecção adoptado para este trabalho foi o "*Método de Inspeção visual combinada*"; que engloba a inspecção visual, por auscultação do som, por escavação e colecta de aparas para posterior identificação microscópica de possíveis microorganismos.

Este método combina alguns métodos tradicionais simples adequando-os às condições locais existentes. Trata-se de um método de difícil execução, revelando-se no entanto de baixo custo factível de ser aplicado nas zonas rurais e peri-urbanas.

#### Variáveis estudadas

Com base na inspeção feita e na recolha de aparas de madeira foi possível obter dados sobre:

Tipo de dano- Dano mecânico e dano biológico.

Agente causador- Termites, fungos e rachas.

Local do dano- Dano na base, dano em todo poste e dano abaixo da linha de terra

Nível de ataque- Dano moderado e dano severo.

Tipo de tratamento- Creosote e CCA.

Altura e diâmetro a altura do peito dos postes inspecionados.

### 3.3.1 Recolha de dados

A informação recolhida em Outubro de 1997, é referente a situação sanitária dos postes instalados desde 1975 e todas as outras instalações e reposições efectuadas até ao presente momento, nos bairros inspecionados.

Para a recolha de dados seguiram-se os passos abaixo discriminados :

- Caracterização geral da zona sobre o ponto de vista de número de postes instalados e o comportamento dos consumidores desta energia.
- Escolha sistemática dos postes uma vez que a sua distribuição no terreno é regular, procedendo-se a inspecção de cada quinto (5º) poste, excluindo todas reposições actuais nas linhas existentes de modo a obter-se uma amostra representativa.
- Identificação, descrição e registo dos postes numa ficha.
- Inspecção dos postes 45 cm abaixo e 90 cm acima da linha do chão, seguindo a metodologia descrita por Bunster (1996) .

Abaixo da linha de terra, fez-se a identificação dos agentes xilófagos e de fendas. Para tal :

a) Foi feita limpeza à volta de cada poste em inspecção com enxada de aço .

b) Identificação visual da parte externa do poste através da presença de excrementos, sinais de furos e fendas.

Finalmente, a recolha de amostras de aparas de madeira para sua identificação visual e microscópica.

Acima da Linha de Terra, a olho nú observou-se postes quebrados, com furos , buracos e outro tipo de violação. Fez-se também a inspecção com base na

auscultação do som dando pancadas ao poste com um martelo. Este método permitiu identificar postes severamente atacados (ocos), que emitiam um som característico diferente daquele emitido por postes pouco atacados e estes ainda emitindo um diferente dos postes sem dano. Procedeu-se também a recolha de amostras de aparas de alguns postes para identificação microscópica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 BREVE DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DOS POSTES EM SERVIÇO NOS BAIRROS EM ESTUDO.

Os postes de madeira instalados nos bairros de Hulene A, Mavalane, Polana Caniço e Hulene B são postes que foram tratados uns com creosote e outros com CCA antes de serem instalados. Desde então nunca mais receberam tratamentos adicionais nem sequer um programa de inspecção e manutenção por forma a conhecer o estado sanitário destes postes dez ou vinte anos mais tarde. Como resultado desta situação existe um número elevado de postes completamente danificados que deveriam ser substituídos.

Os moradores tem o hábito de construir casas de banho, cozinhas e depósitos de lixo próximo dos postes em serviço. Este desconhecimento por parte da população da importância da protecção dos postes conjugada a inexistência de programas de inspecção e manutenção, aumenta progressivamente a deterioração deste produto reduzindo cada vez mais o tempo de vida dos postes.

A EDM para além de instalar postes, limita-se somente a repor os postes a cair ou já caídos, não tem nenhum programa de prevenção e manutenção dos mesmos.

### 4.2 ESTADO SANITÁRIO DOS POSTES DA ÁREA INSPECIONADA

A tabela a seguir indica os períodos no qual os postes foram instalados, respectivos bairros, o número de indivíduos existentes em cada bairro e o número de postes inspeccionados neste trabalho (%).

Ano	Bairro	Número de postes	Número de postes danificados	Porcentagem de postes danificados
1975	Mavalane/Hulene	1039	100	9.6
1982	Polana Caniço	449	50	11.1
1996	Hulene A	30	10	10.0
<b>Total</b>		1518	160	

Tabela 1. Distribuição dos postes em serviço por período e por bairro.

É de notar que nos três períodos estudados o número de postes em serviço em cada período variou bastante. Esta situação criou uma certa dificuldade na comparação dos dados; no entanto foi possível trabalhar com estes dados considerando que cada amostra corresponde a aproximadamente 10% da população total (Ver tabela 1).

Como resultado da inspeção visual combinada apurou-se que 71% dos postes de madeira inspeccionados na zona em estudo registam algum tipo de dano (Figura 1).

Este resultado deve-se ao facto de a maioria dos postes terem sido instalados há 10-20 anos atrás e até ao presente momento não terem recebido nenhum tratamento de manutenção e pelo facto de condições locais (temperatura e humidade elevadas), favorecerem o surgimento de fendas e rachas bem como a deterioração biológica dos postes em serviço. Estas fendas crescem a medida que o nível de degradação vai aumentando até se transformarem em grandes rachas ou mesmo buracos á volta do poste.

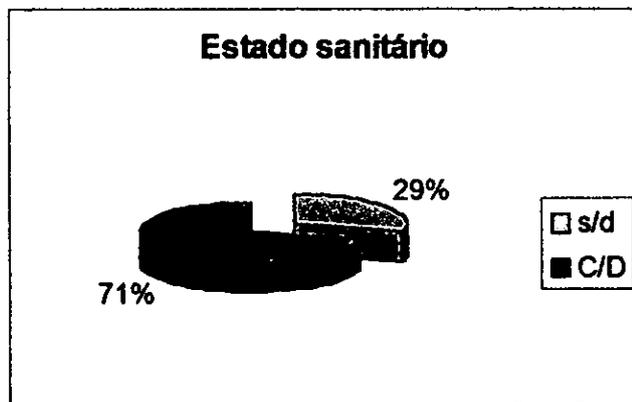


Figura 1. Situação sanitária dos postes em serviço na área total de estudo.

A existência de postes com fendas ou rachas, facilita deste modo o ataque por fungos e depois por termites; principalmente na ausência de tratamentos de manutenção, como é o caso em estudo.

Os dados recolhidos no campo mostram que a medida que o tempo passa o número de postes com dano tende a aumentar e o número de postes sem dano a diminuir (veja Fig. 2). De 74% de postes atacados (instalados em 1975), passou-se para uma situação de apenas 30% de postes com dano (instalados em 1996).

Em relação aos postes instalados nos primeiros dois períodos (1975, 1982), a informação obtida indica que não só o tempo em serviço dos postes contribui para a evolução da degradação dos postes de madeira em serviço; mas também as condições ambientais do local onde os postes se encontram (temperatura, humidade, etc.) favorecem a degradação destes. Uma diferença de 2% tanto para postes com dano como os sem dano é muito pequena se considerarmos que os postes do 2o período foram instalados 7 anos mais tarde (1982) em relação aos postes do 1o período (1975).

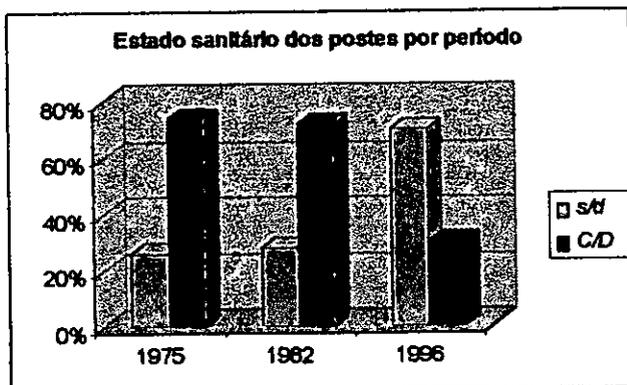


Figura 2. Estado sanitário dos postes por período de instalação

Os postes do 3<sup>o</sup> período são ainda muito recentes (1996) no entanto já apresentam dano mecânico, o que leva a pensar que a selecção inicial dos postes não é das melhores. Isto foi confirmado pela planta de tratamento da EDM onde a maioria dos postes apresenta rachas de topo.

#### 4.3 TIPOS DE DANO ENCONTRADOS NOS POSTES EM INSPECÇÃO.

Durante cerca de 10-20 anos em serviço e sem manutenção, os postes foram sofrendo ataques de vária ordem tanto de natureza biológica como mecânica. Como resultado desta falta de manutenção os postes em estudo mostraram um nível de ataque elevado nos períodos mais antigos de 1975 e 1982; em que cerca de 73% dos postes estavam atacados.

O dano mecânico/biológico foi o que mais se evidenciou nos primeiros dois períodos de instalação dos postes nomeadamente 1975 e 1982, mostrando-se sempre superior a percentagem de postes não atacados (Veja Fig.3).

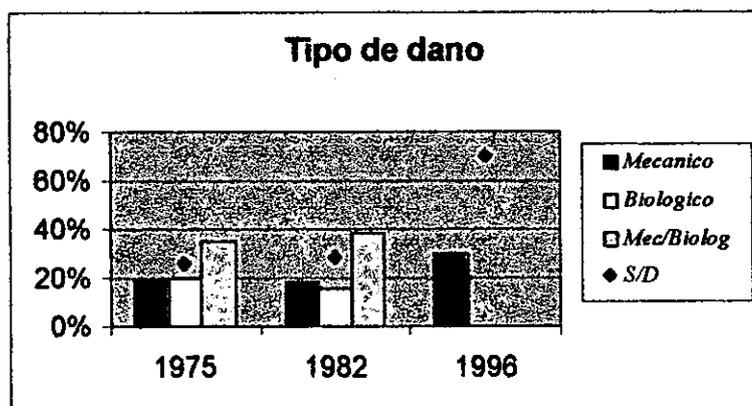


Figura 3. Tipo de dano causado por período.

Contudo os postes de 1982 apresentam uma maior percentagem de dano em relação aos postes instalados em 1975 (2% mais alto). Os de 1996 apresentam somente dano mecânico o que nos leva a pensar que este é o primeiro dano a ocorrer expondo a madeira não tratada do cerne dos postes ao ataque por microorganismos.

O surgimento de rachas nos primeiros anos logo após a instalação poderá ser motivada principalmente pela :

- Fraca selecção inicial dos poste ( instalação de postes que já apresentam rachas),
- Instalação de postes no estado verde ( antes de atingirem a humidade de equilíbrio).

A existência de rachas nos primeiros anos de vida do poste facilita o ataque ao poste por microorganismos (Ver Fig 4 ). Principalmente nos casos em que o nível de penetração do produto no poste durante o tratamento deste não é extensivo por todo borne.

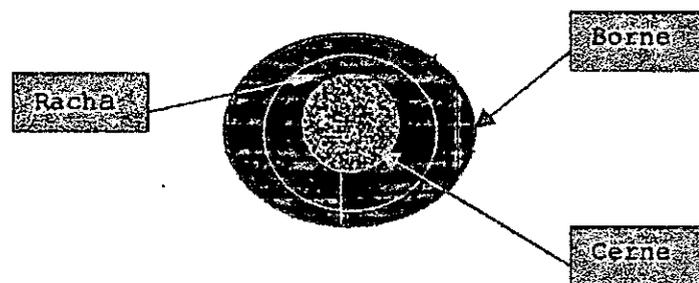


Figura 4: Corte transversal da madeira

Segundo Bunster (1996) o tempo de serviço que pode proporcionar um poste tratado depende principalmente da espécie, qualidade do tratamento recebido e das condições específicas do sítio onde o poste está instalado.

Os postes em serviço, conseguem resistir ao ataque biológico durante um período de 15 a 20 anos, findo o qual a falta de manutenção já se faz sentir, os postes em serviço tornam-se vulneráveis a deterioração biológica.

#### 4.4 AGENTE CAUSADOR DE DEGRADAÇÃO AOS POSTES INSTALADOS NA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo é caracterizada por temperaturas elevadas que favorecem aparecimento de fendas ou rachas e conseqüente ataque tanto por termites, fungos entre outros.

Observações feitas no campo mostraram uma maior frequência de rachas nos três períodos em estudo; identificou-se ainda que postes de 1982 foram maioritariamente atacados por fungos (12%), enquanto que postes de 1975 tiveram maior ataque por termites (18%). No entanto a combinação do ataque por termites e fungos foi a que mais se destacou nos primeiros dois períodos de instalação de postes (33% ; 34% ) respectivamente, sendo seguidos do ataque por termites e por fungos.

A figura 5 apresenta os vários agentes degradadores da madeira encontrados nos postes inspeccionados. Os postes em serviço instalados em 1975 e 1982

apresentam-se com maior ataque por termites e fungos enquanto os postes mais recentes (1996) não mostram nenhuma deterioração biológica, mas sim a existência de rachas -dano mecânico (Veja tabela em anexo), o que leva mais uma vez a pensar que o dano mecânico é o primeiro a surgir.

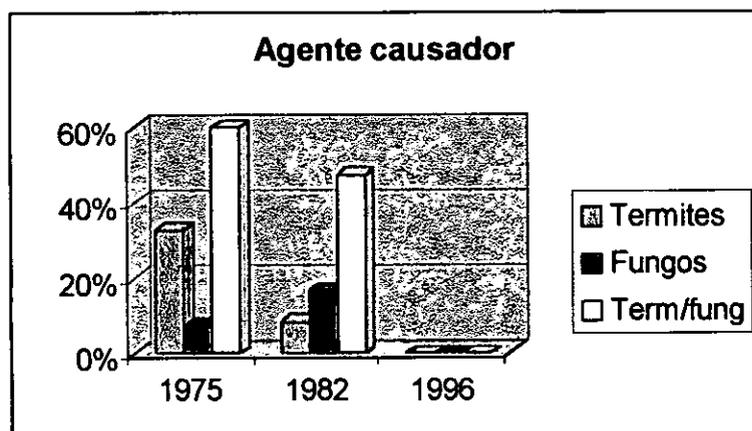


Figura 5. Distribuição do ataque pelos vários agentes causadores do dano biológico.

O ataque por termites manifesta-se pela presença de pequenos excrementos á volta do poste que as termites empurram para fora do poste e no caso de dano severo a parte interna do poste fica oca. Observações idênticas foram feitas por Oliveira et.al (1986) quando estudava o comportamento das termites nas latitudes 50° Norte e 50° Sul.

#### 4.5 GRAU DE ATAQUE DOS POSTES EM SERVIÇO

No geral os postes instalados na área em estudo encontram-se moderadamente atacados.

O grau de ataque para o ano de 1975 foi alto, correspondente a (74%), de postes atacados, dos quais 32% dos postes com dano severo. São postes que precisam duma atenção imediata, através da substituição dos postes muito atacados e tratamento de manutenção aos postes com dano moderado.

Relativamente ao ano de 1982 pode-se considerar o dano moderado, onde 44 % dos postes estão pouco atacados e 28% com ataque severo. De notar que são 72% de postes atacados no total. Os postes mais recentes ( 1996) apresentam 30% de dano moderado ( Veja Figura 6).

A Figura 6 ilustra uma situação de redução com o tempo de postes pouco atacados e um aumento de postes muito atacados.

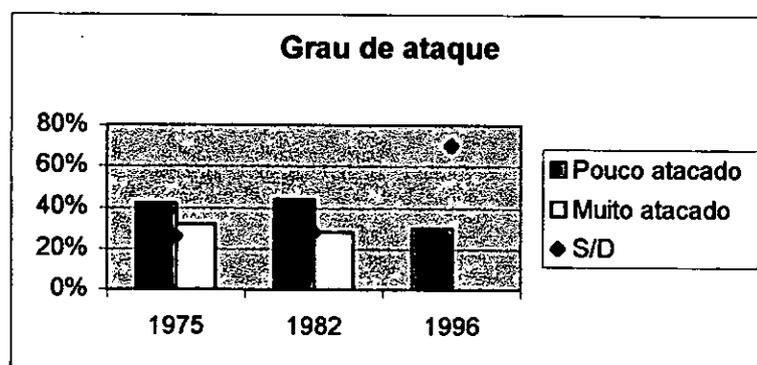


Figura 6. Grau de ataque dos postes em estudo

#### 4.6 LOCALIZAÇÃO DO DANO NOS POSTES

Dependendo do agente causador os postes podem sofrer dano na parte aérea do poste, na base, abaixo da Linha de Terra ou mesmo em todo o poste.

A tabela 5 (em anexo), assim como o gráfico a seguir indicam que o dano na base teve maior frequência nos postes mais antigos com cerca de 35% seguido dos postes de 1982 com cerca de 24% e finalmente os de 1996 com apenas 20%. Uma das principais razões deste facto é o tempo de serviço prolongado a que os postes foram sujeitos sem qualquer tratamento de manutenção.

A base do poste está em contacto directo com o solo, onde as condições ambientais (elevada temperatura e humidade) são propícias para o rachamento do poste e para o desenvolvimento de termites subterrâneos que deterioram o poste.

No geral os postes encontram-se atacados na totalidade, portanto com dano em todo o poste. Foram assim identificados 56% de postes nesta situação (dano em todo o poste), dos quais mais de metade afectando os postes do 1º período e os restantes postes nesta situação sendo do 2º período e apenas 10% do 3º período (Fig.7)

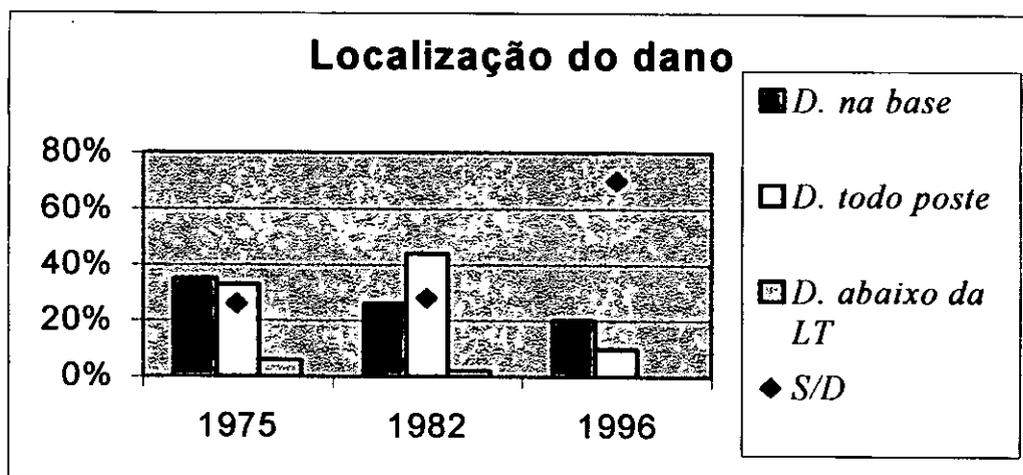


Figura 7. Localização do dano no poste por período de instalação

Os agentes deterioradores da madeira ao atacarem o poste, se não forem refreados por preservantes têm a capacidade de evoluir com a degradação até atingirem níveis bastante elevados de degradação. O dano abaixo da linha de terra pode ser maior do que aqui se apresenta, pois não foi possível fazer a inspecção abaixo da linha de terra em todos os postes por ser uma operação difícil e muito perigosa principalmente nos postes com um nível de degradação avançado.

#### 4.7 TIPO DE TRATAMENTO

Os postes aqui mencionados foram tratados uns com creosote e outros com sai de arsénio, cobre e crómio- CCA. Maior parte dos postes instalados em Maputo foram tratados com CCA na Planta de tratamento de Marracuene usando o método de tratamento com pressão em cilindro ( célula vazia). Os postes de 1975 são provenientes da Moflor ( Sofala) e foram tratados com Creosote; os postes de 1982 provenientes de Salamanga, e instalados na Polana Caniço foram tratados com CCA na Planta de tratamento de Marracuene e finalmente os postes de 1996 também tratados na planta de Marracuene e provenientes da IFLOMA (Manica).

Maior parte dos postes instalados em 1975 foram tratados com creosote (58%). Desta percentagem 53% apresentam dano moderado, 30% apresentam dano severo e os restantes não foram atacados .

Em relação aos postes tratados com CCA no mesmo ano verificou-se que a percentagem de dano estava igualmente distribuida com cerca de 1/3 para o dano moderado, dano severo e de igual modo para os postes sem dano.

Maior parte dos postes tratados com creosote em 1982 apresentam dano moderado. Em relação aos postes tratados com CCA, maior destaque vai para os postes com dano severo ( Ver tabela 2) .

Tratamento (%)	1975		1982		1986	
	Creosote	CCA	Creosote	CCA	Creosote	CCA
Sem dano	17	35	30	17	0	70
Dano moderado	53	33	50	37	0	30
Dano severo	30	31	20	47	0	0

Tabela 2. Relação entre o grau de ataque e o tipo de tratamento nos postes em estudo.

Esta situação leva a concluir que o tratamento com CCA no período de 1982 não foi eficiente, a tabela acima mostra uma percentagem bastante elevada de dano.

Poderá estar na origem deste problema a fraca selecção inicial dos poste e a qualidade de tratamento aplicado na planta de tratamento de Marracuene. De referir que a maior parte dos postes tratados naquela planta mostravam apenas 1 centímetro de penetração do produto.

#### 4.8 ALTURA E DIÂMETRO DOS POSTES EM ESTUDO.

Os postes instalados na área em questão tem uma altura média de oito metros (8m) e um diâmetro médio de dezassete centímetros (17cm). Foi possível concluir com base nas observações feitas que postes com diâmetros inferiores a catorze (14) centímetros não são adequados para este efeito, não conseguem suportar a carga dos fios que transportam energia eléctrica. Passado algum tempo os postes ficam inclinados para o lado de maior carga e como resultado; racham-se na base. Sendo assim para o caso de postes que se encontram nas curvas deve-se usar diâmetros maiores (acima de 20cm), de modo a prolongar o seu tempo de serviço. Solução alternativa foi referida por Edlund (1989) ao

recomendar o uso de postes de madeira com diâmetros pequenos aos pares.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

A técnica de inspecção usada neste trabalho permitiu recolher a informação desejada.

Esta técnica permite obter resultados confiáveis no caso de postes altamente degradados onde a inspecção visual combinada é suficiente para fornecer resultados reais. Para o caso de postes recentemente instalados ( com menos de cinco anos de serviço) esta técnica é pouco eficiente. O ataque incipiente não é detectado por este método.

Foi ainda possível concluir que numa primeira fase (5-10) após a instalação, os postes sofrem dano mecânico que se reflecte pelo aparecimento de fendas e rachas; estas aberturas nos postes vão permitir o ataque por fungos e depois por termites. É necessário que os postes instalados passem por uma selecção rigorosa, evitando a instalação de postes que apresentem rachas.

A análise dos dados levada a cabo permitiu concluir que os postes conseguem manter-se sem ataque durante um período de tempo de cerca de 10 a 15 anos sem graves problemas de sanidade. Findo este período se o poste se encontra numa condição difícil, sem nenhum tratamento de manutenção ele começa a degradar-se .

O tempo que os postes levam em serviço influencia negativamente o estado sanitário dos postes, no entanto é importante referir que factores como:

- Má selecção dos postes
- Má secagem dos postes
- Falta de manutenção
- Factores abiótico (temperatura, humidade)
- Factores bióticos ( microorganismos, insectos ,homem)

Podem afectar grandemente a sanidade do poste reduzindo assim o tempo de vida do mesmo.

Não existe nenhuma forma de controle por parte da EDM da situação sanitária dos postes em serviço.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES

Recomendo as companhias utilizadoras deste produto( EDM, TDM e outros ) :

- ◆ Um programa de inspecção de postes em serviço, que começa pela selecção rigorosa de postes a serem instalados, de modo a evitar a instalação de postes que já apresentam rachas profundas.
- ◆ A inspecção de postes deve ser feita nos primeiros cinco anos de serviço de modo a detectar a degradação incipiente, usando aparelhos de medição modernos, exactos, de fácil uso, com medição rápida e segura; como é o caso do resistograph, pilodyn, higrometer gann entre outros.
- ◆ Um controle de qualidade do tratamento dos postes tanto em termos de retenção como de penetração.
- ◆ A criação de um “ Banco de dados “ computarizado com informação sobre a data de instalação dos postes, espécie e procedência, local onde vai ser instalado, tipo de tratamento, espécie diâmetro e altura dos postes.

## 6 BIBLIOGRAFIA

BINGEL, Nelson (1989): Evaluation and Comparison of Wood Pole Restoration System. Osmose wood preserving, inc; Buffalo, New York. U.S.A.

BOUGHTON & LEWIS (1994): Making the most of a hole in a pole. Curtin University Tecnology.10p.

BRITO, Lída ( 1989): Coconout wood and poles in Mozambique, possibilities and drawbacks. Colorado State University. K-19p

BUNSTER, Jaime ( 1996): Manutenção dos postes de madeira de transmissão da Empresa Electricidade de Moçambique.7pp. Comunicação Pessoal.

COLERADO C. ( 1980): Internacional Conference on wood Poles an Piles. Colorado States University.

COWN, D.J. ( 1980): Use of the Pilodyn wood tester for estimating wood density in standing trees. Influence of site and tree age. " Forest Research Institute.Colorado State University.

EISINGER, Bill ( 1994): A road map for a comprehensive transmission line inspection, assessment and maintenance progra. Colorado University States. 63-69pp.

GOODMAN, J. (1989): Life Cycle Economics Wood Poles Utility Strutures. A. Fort Collins. K 1-12Pp.

HENNINGSSON, EDLUND et. al (1989): The effect remedial treatment of Poles. Fort Collins Colorado USA .G 1-8p.

HUNT & GARRATT ( 1962): Preservacion da la madera. 1.ed. Barcelona, Madrid. 21p.

MORESCHI, João Carlos (1996): Biodegradação e Presevação da madeira.

MREMA, Alex (1994): Integrated pole wood maintenance in Tanzania.

University of Dar es Salaam.129p.

OLIVEIRA & LEPAGE (1986): Agentes destruidores da madeira. Preservação de Madeiras Vol.I Cap v. 101-256p.

PANSHIN & DE ZEEUW (1989) : Testbook of wood tecnology. Ed. Mc Graw-Hill. Book Company

RINN, F. ( 1994): Catalogue of relative profiles of trees, poles of timber derived from Resisthograph microdrillings. Internacional Conference wood poles and piles. 12-17pp.

ROESEER ( 1989): Specifing and inspecting new wood poles . Fort Collins Colorado USA. C 25-30 Pp.

REEVES, Douglas (1989) : Polyurethane restoration of wooden utility poles- Internal injection method. Finlay utility services, inc.225p.

SANDOZ & DIRAND ( 1994): Reability and maintenance of in service wooden Engineer, research assistant, chair of timber constrution, swiss federal institute of tecnology.

STEWART. ( 1989): Life Cycle Economics of Wood Poles Utility Structures. A, Fort Collins. K 1-12.

Anexo 1. Distribuição do dano pelos três períodos de instalação de postes

<i>Tipo de Dano</i>	1975		1982		1996	
	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>
<i>Sem dano</i>	26	26	14	28	7	70
<i>Dano mecânico</i>	19	19	9	18	3	30
<i>Dano biológico</i>	20	20	8	16	0	0
<i>D. meca/biológ.</i>	35	35	19	38	0	0
<i>Total</i>	100	100	50	100	10	100

Anexo2. Agente causador do dano por período

<i>Tipo de Dano</i>	1975		1982		1996	
	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>
<i>Sem dano</i>	26	26	14	28	7	70
<i>Rachas</i>	19	19	9	18	3	30
<i>Termites</i>	18	18	3	6	0	0
<i>Fungos</i>	4	4	6	12	0	0
<i>Termite/fungos</i>	33	33	17	34	0	0
<i>Total</i>	100	100	50	100	10	100

Anexo 3. Grau de ataque dos postes por período

<i>Tipo de Dano</i>	1975		1982		1996	
	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>
<i>Sem dano</i>	26	26	14	28	7	70
<i>Pouco atacado</i>	42	42	22	44	3	30
<i>Muito atacado</i>	32	32	14	28	0	0
<i>Total</i>	100	100	50	100	10	100

Anexo 4. Localização do dano nos postes por período.

Anexo 4. Localização do dano nos postes por período.

<i>Tipo de Dano</i>	1975		1982		1996	
	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>	<i>Fr.</i>	<i>(%)</i>
<i>Sem dano</i>	26	26	14	28	7	70
<i>Dano na base</i>	35	35	12	24	2	20
<i>Dano todo poste</i>	33	33	22	44	1	10
<i>D. abaixo da L.T</i>	6	6	2	4	0	0
<i>Total</i>	100	100	50	100	10	100

**Anexo 5**  
**Ficha de Levantamento de Campo**

a

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE							
Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal							
Departamento de engenharia Florestal							
Fichas de Campo							
Nº de ordem	Tipo de dano	Agente causador	Localização do dano	Grau de Ataque	Tipo de Tratamento	Origem	DAP
1	3	4	2	2	1	1	14
2	3	4	2	1	1	1	18
3	2	2	1	1	1	1	18
4	1	1	2	2	1	1	22
5	3	1	1	1	1	1	14
6	0	0	0	0	1	1	14
7	0	0	0	0	1	1	16
8	1	1	1	1	1	1	19
9	3	7	3	2	1	1	15
10	3	4	1	1	1	1	22
11	0	0	0	0	1	1	16
12	2	3	1	2	1	1	18
13	1	1	1	2	1	1	16
14	0	0	0	0	1	1	14
15	0	0	0	0	1	1	16
16	3	4	1	1	1	1	15
17	3	4	2	2	1	1	16
18	3	6	1	1	1	1	14
19	3	6	1	1	1	1	15
20	0	0	0	0	1	1	16
21	0	0	0	1	1	1	17
22	3	6	1	1	2	1	19
23	0	0	0	0	2	1	16
24	0	0	0	0	2	1	20
25	0	0	0	0	2	1	18
26	3	4	1	2	2	1	20
27	0	0	0	0	2	1	15
28	3	6	1	2	2	1	22
29	0	0	0	0	2	1	23
30	0	0	0	0	2	1	16
31	0	0	0	0	2	1	18
32	0	0	0	0	2	1	16
33	0	0	0	0	2	1	18
34	1	1	2	1	2	1	18
35	3	4	2	1	1	1	19

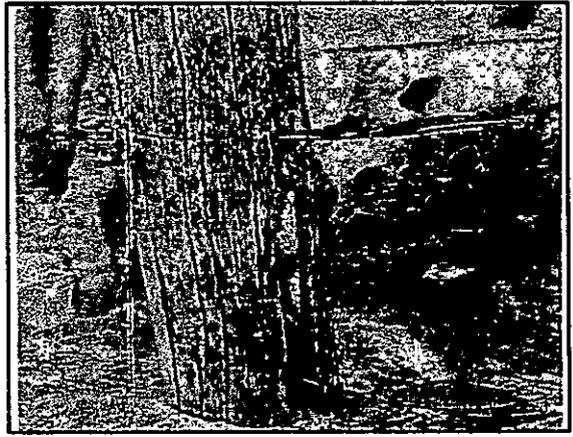
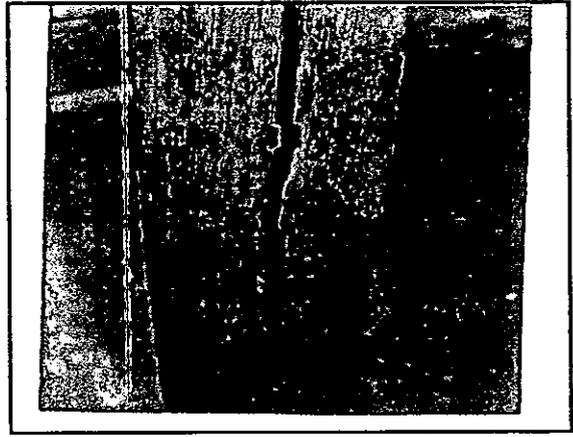
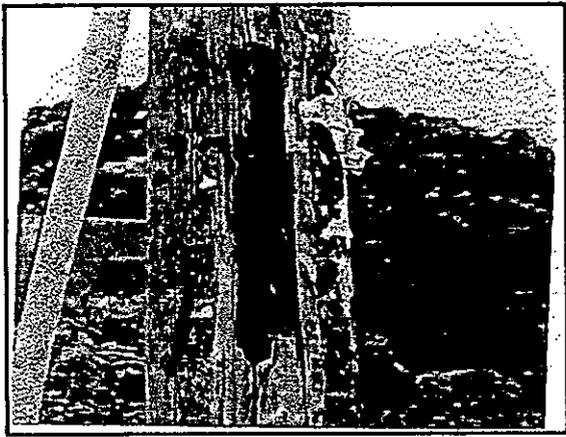
36	0	0	0	0	1	1	21
37	0	0	0	0	1	1	17
38	3	4	1	1	1	1	17
39	2	2	1	2	1	1	20
40	1	1	1	1	1	1	19
41	1	1	1	1	1	1	16
42	2	3	1	1	1	1	17
43	0	0	0	1	1	1	14
44	1	1	1	1	1	1	16
45	2	2	2	1	2	1	18
46	1	1	2	2	2	1	18
47	3	4	1	2	2	1	16
48	1	1	1	1	2	1	18
49	3	6	1	1	2	1	16
50	0	0	0		2	1	16
51	2	3	2	1	2	1	18
52	1	1	2	2	2	1	17
53	2	3	3	2	2	1	15
54	3	4	2	2	2	1	17
55	0	0	0	0	2	1	17
56	0	0	0	0	2	1	22
57	3	4	1	1	2	1	16
58	0	0	0	0	2	1	17
59	3	4	2	2	2	1	18
60	2	2	2	2	2	1	21
61	3	4	2	2	2	1	21
62	3	4	1	2	2	1	20
63	1	1	2	1	2	1	15
64	3	4	2	2	2	1	16
65	1	1	2	1	2	1	16
66	1	1	1	1	1	1	15
67	1	1	1	1	1	1	13
68	3	4	2	2	1	1	22
69	3	4	2	2	1	1	19
70	0	0	0	0	1	1	18
71	3	4	1	2	1	1	18
72	3	4	2	2	1	1	18
73	0	0	0		1	1	18
74	3	2	2	2	1	1	17
75	2	2	2	1	1	1	23
76	3	4	1	1	1	1	14
77	2	2	1	1	1	1	18
78	3	4	1	1	2	1	17

79	0	0	0	0	2	1	16
80	1	1	2	1	2	1	15
81	2	2		1	2	1	16
82	2	2	1	1	2	1	18
83	3	4	3	0	2	1	19
84	3	4	2	1	2	1	18
85	2	2	1	2	2	1	18
86	2	2	2	1	1	1	18
87	2	2	3	1	1	1	16
88	3	4	1	2	1	1	17
89	1	1	2	2	1	1	18
90	2	2	3	1	1	1	18
91	3	4	1	1	1	1	19
92	2	2	3	1	1	1	18
93	2	2	1	1	1	1	17
94	1	1	2	1	1	1	16
95	1	1	2	1	1	1	19
96	2	2	2	1	1	1	19
97	3	4	2	2	1	1	18
98	3	4	2	2	1	1	18
99	2	2	3	2	1	1	18
100	1	2	1	1	1	1	18
Nº de ordem	Tipo de dano	Agente causador	Localização do dano	Grau de Ataque	Tipo de Tratamento	Origem	DAP
101	0	0	0	1	1	2	16
102	3	1	2	1	1	2	20
103	0	0	0	0	1	2	18
104	0	0	0	1	1	2	17
105	1	1	2	2	1	2	15
106	2	00:00	1	1	1	2	17
107	3	4	2.3	1	1	2	14
108	1	1	2	1	1	2	15
109	3	4	2	2	1	2	14
110	1	1	2	1	2	2	15
111	3	6	2	1	2	2	14
112	3	4	2	2	2	2	15
113	3	4	2	1	2	2	21
114	3	4	2	2	2	2	15
115	0	0	0	1	2	2	21
116	2	3	2	2	2	2	18
117	2	3	2	2	2	2	19
118	0	0	0	0	2	2	23
119	0	0	0	1	2	2	17

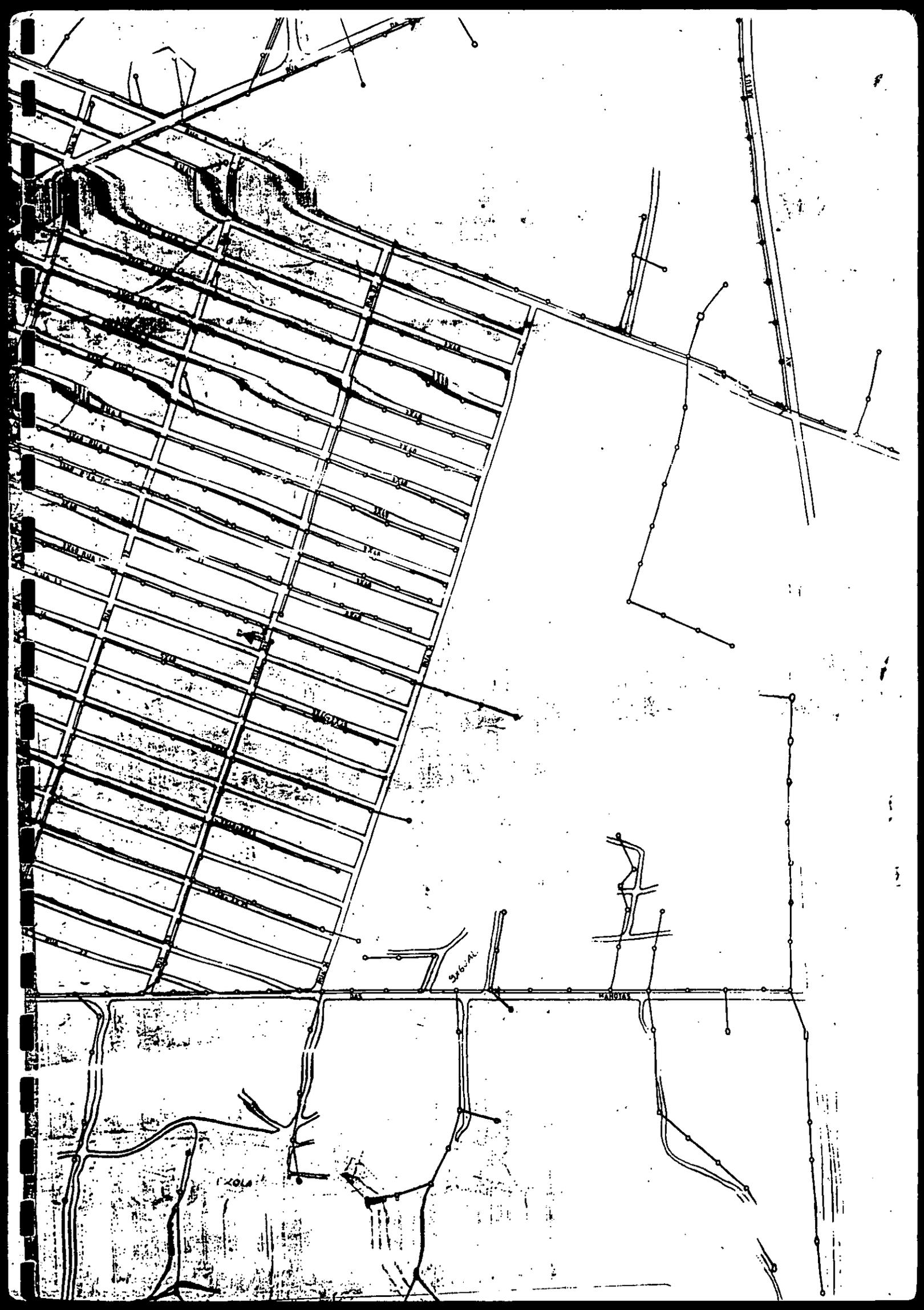
120	2	3	1	1	2	2	16
121	2	2	2	2	2	2	16
122	0	0	0	0	2	2	16
123	0	0	0	0	2	2	17
124	0	0	0	0	2	2	19
125	1	1	1	1	1	2	17
126	2	3	2	2	1	2	19
127	2	23	2	2	1	2	17
128	3	7	2	2	1	2	16
129	0	0	0	0	1	2	16
130	0	0	0	0	1	2	16
131	3	6	1	1	1	2	14
132	1	1	2	1	1	2	20
133	0	0	0	2	2	2	15
134	3	4	1	2	2	2	19
135	3	4	1	2	2	2	22
136	3	6	2.3	2	2	2	14
137	3	4	3	2	2	2	14
138	3	4	2.3	1	2	2	18
139	3	4	1	0	2	2	20
140	0	0	0	1	2	2	13
141	3	6	1	1	2	2	22
142	1	1	2	2	1	2	17
143	3	4	1	2	1	2	16
144	1	1	1	1	1	2	16
145	3	4	2	1	1	2	20
146	3	4	2	0	1	2	19
147	1	1	1	2	1	2	20
148	0	0	0	1	1	2	18
149	2	3	1	0	1	2	16
150	1	1	1	0	1	2	20
Nº de ordem	Tipo de dano	Agente causador	Localização do dano	Grau de Ataque	Tipo de Tratamento	Origem	DAP
151	0	0	0	1	1	2	18
152	0	0	0	1	1	2	18
153	1	1	1	0	1	2	20
154	1	1	1.3	0	1	2	22
155	0	0	0	1	1	2	15
156	0	0	0	1	1	2	16
157	1	1	1	1	1	2	16
158	0	0	0	1	1	2	18
159	0	0	0	1	1	2	16
160	0	0	0	1	1	2	16

**Anexo 6**

**Estado sanitário dos postes de madeira na área de estudo**



**Anexo 7**  
**Mapa dos bairros de Hulene e Mavalane**



**Anexo 8**  
**Mapa do bairro Polana Caniço**

