

**GT-32**

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE LETRAS**

**Departamento de Geografia**

**Tema : Impacto da Barragem dos Pequenos Libombos nos Recursos  
Naturais do Distrito de Boane**

" Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Licenciatura da Universidade Eduardo Mondlane."

**Autor : António Augusto Miambo**

**Maputo , Outubro de 1996**

651.793  
M 618i

**GT-32**

F. LETRAS U. E. M. <sup>06</sup>  
R. E. 26229  
DATA 24 / Abril / 1998  
AQUISIÇÃO 000ta  
GT-32

## Resumo

O presente trabalho de licenciatura constitui uma tentativa de integração das diversas disciplinas lecionadas ao longo do curso.

Ao abordar um tema relacionado com o meio ambiente natural ressaltou de imediato a necessidade de fazer menção aos aspectos físicos da região, que de uma maneira geral influem na exploração dos recursos naturais sobretudo a partir do momento em que foi construída a barragem dos Pequenos Libombos.

Ao longo deste trabalho, houve a preocupação de fazer uma comparação dos recursos naturais considerados importantes neste trabalho nomeadamente a água, a vegetação e o solo, em dois períodos distintos nomeadamente de 1980 a 1987 que corresponde a etapa anterior a entrada em funcionamento da barragem e de 1988 a 1995 que representa a etapa seguinte, tendo em conta que eles jogam um papel fundamental no desenvolvimento das actividades sócio-económicas da área de estudo.

A partir das conclusões do trabalho provou-se em parte que de facto há mudanças nos recursos naturais não só pelo acção das actividades sócio-económicas como também pela intervenção no meio ambiente natural neste caso a partir da instalação da barragem, o que veio a reflectir-se na qualidade de alguns recursos como por exemplo a água e o solo.

A metodologia usada na elaboração deste trabalho, foi a julgada mais adequada tendo em conta os objectivos traçados e a dimensão do próprio trabalho, reconhecendo de facto que podiam ter sido usadas outras técnicas, uma vez que um estudo ligado a área do meio ambiente exige uma complementaridade das outras esferas da ciência.

### **Declaração**

Declaro que esta dissertação nunca foi apresentada na sua essência , para a obtenção de qualquer grau , e que ela constitui o resultado da minha investigação pessoal estando indicada no texto e na bibliografia as fontes que utilizei.

*Dedicatória*

*Dedico esta dissertação aos meus pais Augusto Miambo e Amélia Manungo*

### **Agradecimentos**

Agradeço pelo apoio prestado a este trabalho as seguintes individualidades:

Ao dr. Mário Jessen , que supervisionou todo o trabalho ;

ao Dr. Ebenizário Chonguiça , docente na UEM - Departamento de Geografia;

ao dr. Inocêncio Pereira , docente da UEM- Departamento de Geografia ;

ao dr. Zacarias Ombe , docente na Universidade Pedagógica - Departamento de Geografia;

a Eng<sup>a</sup> Amélia Mabote da DNA;

a Eng<sup>a</sup> Gracinda Mauácuá , chefe do Laboratório da empresa Água de Maputo;

ao Senhor Fonseca do INAM- Secção de Informática;

ao Senhor Matola da DINAGECA;

a todos os meus colegas do curso de Geografia ;

e a minha família que me apoiou nos momentos cruciais.

## Sumário

### Capítulo I - Apresentação do Trabalho

1 - Introdução.....	1
2.1 - Objectivos Gerais.....	3
2.2 - Objectivos Específicos.....	4
3 - Pressupostos Básicos.....	4
4 - Metodologia.....	5
5 - A questão dos Recursos Naturais.....	6

### Capítulo II - Caracterização Físico-geográfica da Área de Estudo

1 - Localização Geográfica , Astronómica e Limites.....	8
2.1 - Morfologia do Distrito.....	9
2.1 - Geologia.....	9
2.2 - Relevo e Altimetria.....	11
3 - Clima.....	12
3.1 - Radiação Solar.....	14
3.2 - Vento.....	15
3.3 - Temperatura.....	16
3.4 - Evapotranspiração.....	17
3.5 - Humidade.....	18
3.6 - Precipitação.....	19
3.7 - Classificação Climática de Köppen e Thorntwaite.....	20
4 - Hidrografia.....	25
4.1 - Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Umbelúzi.....	25
4.2 - Balanço Hídrico.....	27
4.3 - Águas Subterrâneas.....	28
5 - Solos.....	29
5.1 - Caracterização dos Solos.....	29
5.2 - Classificação dos Solos.....	36

6 - Vegetação.....	37
7 - Fauna.....	38

### **Capítulo III - Barragem dos Pequenos Libombos**

1 - Descrição Geral.....	40
2 - Potencialidades e Principais Utilizações.....	40

### **Capítulo IV - Interação entre a Barragem e as Actividades Sócio-económicas e seus Impactos nos Recursos Naturais à Jusante da Barragem**

1 - Agricultura e Pecuária.....	45
2 - Impacto na Qualidade da Água.....	48
2.1 - Turvação.....	51
2.2 - pH.....	52
2.3 - Condutividade Eléctrica.....	54
2.4 - Matéria Orgânica.....	56
2.5 - Indicadores da Bacteriologia.....	57

### **Capítulo V - Desfecho**

1 - Conclusões.....	59
2 - Bibliografia.....	63

### **Capítulo VI - Anexos**

- Anexo A - Glossário
- Anexo B - Mapas
- Anexo C - Figuras
- Anexo D - Gráficos
- Anexo E - Tabelas

Anexo F - Relatórios Técnicos da GEOMOC

Anexo G - Abreviaturas Usadas

Anexo H - Fórmulas Matemáticas Usadas



## Lista das Tabelas

Tabela 1 : Informação Meteorológica de Umbelúzi dos Parâmetros Usados ao longo do Trabalho .....	Anexo
Tabela 2 : Coeficiente de <i>Von Hamm</i> para o Distrito de Boane .....	p.24
Tabela 3 : Caudais médios anuais registados na estação hidrológica de Goba entre 1951/52 a 1986.....	Anexo
Tabela 4 : Classificação dos Solos do Distrito de Boane.....	p.36
Tabela 5 : Plano de Uso da Barragem dos Pequenos Libombos.....	p.41
Tabela 6 : Valores das áreas de regadio do sector familiar.....	p.41
Tabela 7 : Valores das áreas de regadio do sector empresarial/comercial .....	p.42
Tabela 8 : Valores das áreas de regadio do sector comercial (citrinos).....	p.42
Tabela 9 : Utilização da Barragem dos Pequenos Libombos.....	p.43
Tabela 10: Utilização da água na rega (informação complementar).....	Anexo
Tabela 11 : Médias parciais e globais dos parâmetros seleccionados na análise da qualidade da água.....	p.49
Tabela 12 : Desvios padrões e parciais dos parâmetros seleccionados.....	p.49
Tabela 13 : Coeficientes de variação parciais e globais dos parâmetros seleccionados.....	p.50
Tabela 14 : Médias anuais dos parâmetros seleccionados na análise da Qualidade da água.....	Anexo
Tabela 15 : Médias anuais dos parâmetros complementares na análise da Qualidade da água .....	Anexo
Tabela 16 : Normas da OMS sobre a Água Potável .....	Anexo

### **Lista dos Mapas apresentados em anexo**

- Mapa 1 : Localização Geográfica e Astronómica do Distrito de Boane ✓
- Mapa 2 : Localização dos ventos e correntes marítimas em África
- Mapa 3 : Rede Hidrográfica dos Distrito de Boane
- Mapa 4 : Solos do Distrito de Boane ✓
- Mapa 5 : Vegetação do Distrito de Boane
- Mapa 6 : Áreas de irrigação do vale do rio Umbelúzi (situação em 1991)

### **Lista das figuras apresentadas em anexo**

- Figura 1 : Perfil Geológico do Distrito de Boane
- Figura 2 : Localização dos rumos predominantes dos ventos à superfície no Distrito de Boane
- Figura 3 : Balanço Hídrico do Distrito de Boane

### **Lista dos Gráficos**

- Gráfico 1: Radiação Solar do Distrito de Boane - anexo
- Gráfico 2 : Gráfico Termo-pluviométrico do Distrito de Boane .....Anexo
- Gráfico 3 : Turvação - rio Umbelúzi - Estação de Tratamento de Água de Umbelúzi ..... p. 51
- Gráfico 4 : pH - rio Umbelúzi (Estação de Tratamento de Água)..... p. 53
- Gráfico 5 : Condutividade Eléctrica - rio Umbelúzi (Estação de Tratamento de Água)..... p. 55
- Gráfico 6 : Matéria orgânica - rio Umbelúzi ( Estação de Tratamento de Água)..... p. 56

# CAPÍTULO I - APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

## 1 - Introdução

A rápida transformação da secção de um rio e arredores em albufeira, poderá directa ou indirectamente afectar a componente humana, biológica e física do ambiente (Stromquist, 1992, p.67). Grandes áreas da jusante que outrora eram inundadas pelas águas do rio durante a estação chuvosa e que recebiam, deste modo, sedimentos arastados da montante ficam expostos a exploração agrícola ou a pastagens, modificando-se desta maneira a sua anterior fisionomia.

A partir daqui, inicia-se nessa região um ciclo de exploração intensiva dos recursos naturais aí existentes nomeadamente os solos, a vegetação e também a água que para uma melhor utilização vai requerer uma coordenação entre os diferentes usuários da região.

A área de estudo deste trabalho tem um grande empreendimento económico construído, que é a barragem dos Pequenos Libombos. Isto quer dizer que, o equilíbrio existente entre os vários elementos da paisagem natural da área foi alterado criando deste modo um ambiente no qual adaptações tiveram que acontecer em virtude da integração de um novo elemento na região.

A principal modificação que ela traz é no caudal uma vez que a mudança na regulação do escoamento do rio à jusante poderá afectar a morfologia do rio, hidrologia, transporte de sedimentos e a ecologia das áreas ribeirinhas ou marginais (Stromquist, 1992, p.68).

O presente trabalho de diploma , poderá mais uma vez , demonstrar que a Geografia como ciência tem possibilidades de intervenção em estudos que visam encontrar uma plataforma de desenvolvimento da sociedade.

Ao avaliar os impactos causados ao meio ambiente natural a partir de um empreendimento económico de grande utilidade a sociedade , como é o caso da barragem , através da geografia pode-se assim , destacar as particularidades físico-geográficas de uma região que devem ser tomadas em consideração para minimizar os impactos negativos que empreendimentos dessa natureza podem trazer a essas regiões ou ainda mais distantes e a partir daí estudar os mecanismos mais adequados de protecção do meio ambiente natural em futuros projectos de desenvolvimento.

Com isto não se pretende dizer que intervenções ao meio natural, para corrigir certas anomalias em benefício da sociedade, não devem ser feitas , mas sim deve-se procurar manter o equilíbrio que outrora caracterizava esse meio natural , através de acções conjuntas entre as diversas esferas da sociedade.

Portanto , é uma posição que esta ciência está assumindo cada vez mais na sociedade e que não deve ser excluída em estudos multidisciplinares e interdisciplinares porque o seu contributo é bastante valioso.

Este trabalho aborda na sua essência três Recursos Naturais nomeadamente a água , a vegetação e o solo em virtude destes serem os mais usados actualmente com a construção da barragem tendo em conta o tipo de actividades produtivas que são praticadas no distrito em geral e no baixo umbelúzi em particular.

O trabalho está dividido em seis capítulos principais e cada um em sub-capítulos consoante o nível de pormenor que se pretendia atingir.

O primeiro capítulo é o da apresentação do trabalho onde se destaca os propósitos e as motivações que nortearam o trabalho bem como os passos usados para a elaboração do mesmo.

O segundo capítulo faz uma caracterização detalhada dos aspectos físico-geográficos da área de estudo cuja a informação é complementada por alguns dados estatísticos organizados em tabelas .

O terceiro capítulo procura fazer um enquadramento da barragem dos Pequenos Libombos no trabalho tendo em conta que ela influi no objecto de estudo.

Uma nova etapa do trabalho começa no quarto capítulo que destaca na sua essência os principais impactos havidos nos recursos naturais da área ressaltando a utilização do método estatístico e do método comparativo.

A última etapa do trabalho , o quinto capítulo , relaciona-se com as conclusões chegadas e a indicação da bibliografia usada ao longo de toda a dissertação.

## **2.1 - Objectivos Gerais**

- Comparar a situação dos recursos naturais entre o período anterior a construção da barragem e período pós construção.
- Avaliar o impacto do nível actual do caudal médio e inferior do rio a partir da descarga de água proveniente da barragem dos pequenos libombos.
- Analisar as particularidades físico-geográficas que concorrem para as mudanças no meio ambiente natural ao longo da área de estudo.

## 2.2 - Objectivos Especificos

- Analisar a qualidade da água captada para o abastecimento à cidade de Maputo face a existência da barragem dos Pequenos Libombos.

- Verificar o grau da influência da barragem dos Pequenos Libombos na exploração actual dos recursos naturais do distrito de Boane, face aos empreendimentos económicos aí existentes.

## 3 - Pressupostos Básicos

Os pressupostos básicos deste trabalho são os seguintes:

i)- A redução do fluxo normal de água a partir da barragem dos Pequenos Libombos, provavelmente estará a afectar o meio ambiente natural da área a jusante desta nos seguintes aspectos:

- impacto sobre os solos que deixam de receber limo que fertilizava os mesmos e a consequente necessidade de sua substituição pelos adubos caros e por vezes nocivos ao solo e a água.

- poluição, em consequência do uso de adubos químicos, dos lençóis freáticos.

- mudança do sentido da corrente freática originando a contaminação dos solos pela água salgada do mar e a consequente salinização das águas subterrâneas.

ii) - A mudança paulatina da qualidade de água do curso médio e inferior do rio Umbelúzi em território moçambicano pode ser contributo directo da barragem que reteem a água por algum tempo e que é contaminada por bactérias e pelos compostos químicos, provenientes dos adubos e pesticidas aplicados na agricultura da região a redor da bacia do Umbelúzi.

iii) - A expansão do sistema de regadio provavelmente impulsionará a exploração dos recursos naturais nomeadamente solos, vegetação e particularmente a água através da expansão das áreas agrícolas.

iv) - A reposição das manadas de gado do sector familiar poderá trazer alteração da qualidade da água a partir da contaminação em coliformes fecais, e compactar o solo através do pisoteio o que irá dificultar a germinação das plantas, a infiltração da água, reduzindo assim o nível dos lençóis freáticos e aumentar a escorrência e consequentemente maiores riscos da erosão.

#### **4 - Metodologia**

A metodologia usada neste trabalho consistiu no seguinte:

- Pesquisa bibliográfica das obras básicas e específicas referentes ao tema em estudo.
- Comparação dos dados referentes a dois períodos distintos nomeadamente o período anterior e posterior a construção da barragem dos Pequenos Libombos.
- Análise e interpretação das imagens de satélite da área de estudo de diferentes anos.

- Cartografia dos diversos mapas temáticos
- Análise estatística de alguns dados da análise física e química da água recolhidos no laboratório da empresa Água de Maputo.
- Observação directa durante algumas viagens ao campo.

## **5 - A questão dos Recursos Naturais**

Com este sub-capítulo , pretende-se fazer uma incursão em volta do conceito Recursos Naturais , uma vez que o próprio trabalho de diploma está muito ligado a esse aspecto. A problemática dos Recursos Naturais é muito ampla e isto pode ser visto a partir do própria definição que difere entre os diversos autores . Para este trabalho foram seleccionadas duas definições pelo seu conteúdo e pelo seu nível de abrangência.

Para Clark (1989 , p.410) , Recursos Naturais "são as riquezas fornecidas pela natureza e avaliados pela sua utilidade ao Homem e que são constituídos por depósitos minerais , fertilidade do solo , madeira , água , fauna marinha , fauna selvagem , etc ."

Por sua vez Small e Witherick (1989 , p.153)," Recursos Naturais são comunidades que existem no estado natural e que são usadas pelas populações como por exemplo minerais e rochas , água , plantas , animais e ar " .

Estes dois conceitos têm um conteúdo idêntico e focam um aspecto muito importante que é a avaliação , uma vez que um recurso só ganha uma certa importância numa comunidade a partir do momento que ele é reconhecido e explorado.



A exploração dos recursos naturais é uma prática bastante antiga . Durante vários séculos os principais recursos naturais do mundo nomeadamente os minerais , as florestas , e os solos , foram usados para a produção de bens que na altura eram modestos mas que constituíam as necessidades desse tempo. Esta exploração dos recursos naturais ganhou ímpeto com a Revolução Industrial que veio mecanizar a agricultura e também dotou o Homem de instrumentos e novas técnicas de exploração dos recursos naturais (Hudson, 1986, p.22).

Actualmente tem havido debates controversos acerca da utilização dos recursos naturais uma vez que existem opiniões divergentes em relação a este tema. Há por um lado a corrente dos optimistas de acordo com Revelle citado por Hudson (1986, p.21) que acredita haver um potencial suficiente e amplo para abastecer em alimentos e atender as necessidades humanas. Por outro lado a corrente dos pessimistas que constitui a voz forte do debate , que é de opinião que a crescente procura de bens não pode ser satisfeita completamente.

A partir deste debate conclui-se que a exploração dos recursos naturais é cada vez maior e que ela carece de um envolvimento não apenas de grupos de intelectuais mas também de todos actores da sociedade principalmente as comunidades locais de modo a garantir uma maior sustentabilidade na utilização dos recursos tendo em conta que os recursos naturais são finitos mas as necessidades humanas são infinitas.

Aliando este debate ao presente trabalho verifica-se que a partir da utilização deste recurso natural com a instalação da barragem acelerou o ciclo de exploração dos outros recursos nomeadamente o solo e a vegetação . “A água é um bem precioso , indispensável a todas as actividades humanas e não se pode conceber qualquer desenvolvimento económico , social e cultural sem tomar em consideração a água “( Peixoto , 1989 , p.124). Esta afirmação vem mostrar a importância da água na

sociedade e conseqüentemente a sua influencia na utilização dos demais recursos naturais.

A utilização da água deverá , antes , ser comparada com a fracção explorável do fluxo , isto é , com a parte que pode ser efectivamente utilizada. As variações da precipitação , no decurso do tempo e a exploração mais ou menos regular , origina variações sazonais do escoamento ao longo do ano.

Como consequência da utilização dos recursos naturais , tem-se multiplicado debates em todo o mundo quer em forma de conferências ou em forma de cimeiras ao mais alto nível de forma a definir estratégias comuns na exploração dos recursos naturais tendo em conta a sua preservação para as camadas vindoras.

## **CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DO DISTRITO DE BOANE**

### **1 - Localização Geográfica , Astronómica e Limites**

O distrito de Boane fica situado na província de Maputo , no extremo meridional de Moçambique , entre os paralelos 25° e 26° 15' S e entre os meridianos 32° 15' e 32° 30' E e ocupa uma área de 815 Km<sup>2</sup><sup>1</sup> .

É limitado a norte pelo distrito da Moamba e a nordeste pela cidade da Matola. A sul é limitado pelos distritos de Matutuine e Namaacha sendo este último o mesmo que delimita a oeste. Finalmente a este e sudeste é limitado pelo distrito de Matutuine (vide o mapa 1 em anexo).

---

<sup>1</sup> Retirada no documento sobre a Divisão Administrativa de Moçambique (actualizada) , DINAGECA , 1986.



## 2 - MORFOLOGIA DO DISTRITO

### 2.1 - Geologia

A geologia do distrito de Boane está intimamente ligada a toda história geológica do sul de Moçambique (vide a figura.1 ).

Segundo Sá (1976, p.8) no sul de Moçambique as formações mais antigas correspondem ao período final do sistema *karroo*, série Stormberg cronologicamente equiparadas ao jurássico inferior.

As formações geológicas do distrito de Boane podem ser agrupadas em : formações eruptivas onde se incluem o complexo riolítico e o complexo basáltico, formações sedimentares do Cretácico e do Terceário e formações aluviais e Terraços do Quaternário.

i) Complexo riolítico - inclui as formações que ocorrem nos Grandes Libombos e nos Pequenos Libombos. As formações dos Pequenos Libombos são do período *Post-Karroo*, cronologicamente do Jurássico Inferior (Liássico) até ao Cretácico Inferior (Weldano). Estas formações são constituídas por riolitos típicos de cor vermelha acinzentada ou esverdeada com algumas contaminações gresosas.

ii) Complexo basáltico é de idade idêntica ao complexo riolítico dos Grandes Libombos (*Karroo, série stormberg*). Os basaltos denominados Impaputo são os que ocorrem ocupando vales e zonas planas. Estes basaltos são de cor negra a cinzenta, compactos, de textura amigdalóide, vesicular e geralmente hemicristalinos. Os feldspatos dominantes são cálcicos do tipo andesina e labradorite.

*fact?*

Existem outros basaltos que estão associados ao complexo riolítico dos Pequenos Libombos. Estes basaltos são mais recentes que os do Impaputo e encontram-se os designados basaltos de Movene , ocupando uma área menos extensa que os de Impaputo , localizando-se principalmente a leste dos Pequenos Libombos. A sua textura é porfírica ou dolerítica de grão fino cuja plagioclase dominante é do tipo labradorite .

iii) Formações Sedimentares que têm pouca representação no distrito e ocupam pequenas manchas alongadas que bordejam os rios Umbelúzi , Maputo e Tembe. Uma das unidades importantes pertencentes as formações sedimentares do cretácico é o grés de Boane.

O grés de Boane está representado por uma pequena mancha no sentido norte-sul a leste da povoação de Boane , e por uma ou outra de dimensões mínimas no rio Tembe e afluentes. Esta unidade é datada do cretácico superior (Turoniano-Senoniano Inferior) e é constituída por rochas gresosas de origem continental , avermelhados , de grão médio ou grosseiro , essencialmente feldspáticos , por vezes conglomeráticos.

iv) Formações aluviais recentes e Terraços - encontram-se em menores dimensões e ocupam as áreas depressionais do vale do Umbelúzi sendo bastante heterogêneos e constituídos por sedimentos não consolidados fluviais e possuindo por vezes níveis de cascalheira de quartizitos, basaltos e riolitos provenientes de rochas de origem continental. Estas formações aluviais podem ser também de origem marinha ou lacustre e sujeitos à inundações periódicas bem como à influência das marés na parte terminal do rio.

## 2.2 - O relevo e Altimetria

O relevo da área de estudo é fundamentalmente plano com cotas abaixo de 100 metros exceptuando porém a parte ocidental próxima a barragem dos Pequenos Libombos onde as cotas atingem valores acima de 200 metros (vide a figura 1 em anexo).

Este relevo quase aplanado que é encontrado na região é resultado das variações climáticas sucessivas havidas no Quaternário que foram caracterizadas por períodos chuvosos e períodos secos denominados pluviais e interpluviais ocorridos a 1.5 milhões de anos na província de Maputo. As transgressões e regressões marinhas, tiveram efeitos na formação de planícies sedimentares de material marinho e estuarino e ainda planícies de aluviões que são encontradas na região.

O relevo montanhoso que se localiza na faixa ocidental da área de estudo, ele resulta da actividade vulcânica ocorrida na última série do *Karoo (stormberg)* e que a mesma esteve na origem da cadeia montanhosa de Drakensberg na África do Sul. Os Pequenos Libombos que fazem parte dos montes Libombos, têm a altitude máxima de 291 m e constituem um prolongamento da cadeia de Drakensberg.

Essa cadeia vulcânica é constituída de lavas ácidas contendo riolitos e dacitos (quartzo-andesito) que foram derramadas aquando das erupções vulcânicas (Mountain, 1968, p.131).

O relevo actual da cadeia dos Libombos resulta, em grande parte, da presença de riolitos, mais resistentes à erosão do que os basaltos (Torres de Assunção et al, 1962, p.17).

A cadeia dos Libombos foi intensamente erodida no Terciário , como consequência do levantamento global do continente africano.

Para além destas duas formas de relevo já referidas pode-se encontrar dunas interiores antigas formadas a partir da deposição das areias eólicas ocorrido no Pleistoceno e ainda colinas baixas de grés e areias vermelhas formadas no Terciário.

### 3 - CLIMA

Clima segundo Godinho citando Hann (1908) " é o conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizam o estado médio de atmosfera num dado ponto da superfície terrestre" .

✓ O comportamento climático do distrito de Boane está associado a toda circulação que se verifica a sul do Save.

✓ De acordo com Gonçalves (1972 , p.2)," todo o sul do Save, inclui-se na zona dos anticlones subtropicais , que conjuntamente com a depressão de origem térmica<sup>2</sup> que se forma sobre o sul do continente africano no verão , constituem os principais centros de acção que condicionam a circulação atmosférica da região " .

✓ O sol no seu movimento anual aparente passa duas vezes pelo equador e uma vez por cada trópico. Este aspecto faz com que por um lado, a zona do equador

---

<sup>2</sup> Esta depressão de origem térmica forma-se na região do Kalahari durante o verão do hemisfério sul , período em que o Sol no seu movimento anual aparente incide mais sobre o Trópico de Capricórnio.

seja permanentemente aquecida e prevaleçam baixas pressões . Esta zona que se estende até 8° de latitude norte e 3° de latitude sul ,é conhecida por zona de convergência intertropical (*ZIC/ CIT*) porque é onde convergem as massas de ar das altas pressões subtropicais (vide o mapa 2 em anexo).

Por outro lado, nas zonas sub-tropicais formam-se os centros de altas pressões, denominados por *FIT*<sup>3</sup> . A *FIT* localiza-se a 30° de latitude norte e sul , e é caracterizada pela existência de massas de ar tropicais secas e quentes que são empurradas para a superfície através de correntes descendentes. Tanto a *CIT* como a *FIT* , sofrem deslocamentos tanto para o norte e sul acompanhando deste modo o movimento anual aparente do Sol.

O centro localizado no oceano Índico na zona das ilhas Maurícias origina o período das chuvas e o centro de Kalahari por ser continental, origina períodos de tempo seco e quente .

Análise que vem a seguir , refere-se ao compartamento de alguns elementos e factores que mais importância têm no clima.

**Elemento do clima** é qualquer das propriedades ou condições da atmosfera que em conjunto determinam o estado físico do tempo ou clima num dado local para um determinado momento ou período enquanto que **Factores de climáticos** são certas condições físicas dos elementos climáticos que controlam o clima nomeadamente latitude , altitude, distribuição das terras e dos mares, topografia e correntes marítimas (Lowry , 1972 , p.2).

---

<sup>3</sup> A *FIT* pode tomar a denominação de Frente Intertropical Norte (*FITN*) ou de Frente Intertropical Sul (*FITS*) , consoante a sua localização sobre o continente (Ferreira , 1965 , p.15)

Os dados que seviram de suporte a análise são da Estação Meteorológica do Umbelúzi por ser a mais próxima da área de estudo .

### 3.1 - Radiação Solar

A Radiação solar pode ser directa , se oriunda do Sol em forma de raios , e dispersa pela Atmosfera. A intensidade da iluminação e a qualidade da luz dependem da presença , no ar , de vapor de água , do dióxido de carbono e poeiras atmosféricas que atenua a luz directa e intensifica a dispersão.

O máximo da radiação solar regista-se nas regiões áridas e semi-áridas com o céu claro (mais de 200 Kcal/cm<sup>2</sup>/ano) reduzindo-se este valor para 160-200 nas zonas temperadas e húmidas e nas sempre húmidas (Ivontchik, 1989, p.11).

✓ A radiação solar na região de Boane é intensa durante quase todo o ano com um valor superior a 10000 Cal/Cm<sup>2</sup> exceptuando apenas os meses de Maio , Junho e Julho em que os valores da radiação solar são inferiores .

✓ O mês de Dezembro é o que tem o valor médio mais elevado (14516 Cal/Cm<sup>2</sup>) visto que coincide com o período em que o Sol no seu movimento anual aparente incide directamente sobre o Trópico de Capricórnio , cujo o ponto mais alto verifica-se a 21 de Dezembro em que ocorre o Solstício de verão no hemisfério sul.

A tabela 1 em anexo apresenta os valores médios da radiação global mensal durante o período de 1972/1990 . Para este parâmetro , não foi possível obter informação de 1961/71 porque os registos do mesmo nesta estação meteorológica só começaram em 1972. A representação gráfica dos valores da radiação solar consta no gráfico 1 que é apresentado em anexo.



### 3.2 - Vento

✓ O vento é predominantemente do quadrante Este durante quase todo ano com a exceção do período que vai de Abril a Julho em que os rumos mais predominantes são o sudoeste e sul (vide a figura 2 em anexo).

✓ A velocidade média mensal aumenta gradualmente a partir do mês de Julho com o valor de 8.0 Km/h até atingir o pico em Setembro com uma velocidade de 9.2 Km/h , altura em que começa a registar-se um abrandamento.

No entanto , a velocidade do vento é influenciada pelas frentes que tem ocorrido na parte sul do país , onde se destacam as frentes frias pela sua regularidade de ocorrência e também pelos efeitos causados no estado do tempo.

✓ As frentes frias assolam a parte sul do canal de Moçambique principalmente a sul do paralelo 20° . Essas frentes têm a sua maior acção nos meses de transição entre a estação quente e a estação fresca e seca e vice-versa , nomeadamente Outubro e Abril. Elas têm origem no cavamento e consequente intensificação da circulação do vale depressionário que separa os anticlones , quase estacionários , do Atlântico e do Índico ( INAM , 1987 , p. 3).

Durante a estação fresca , quando esta frente atinge a costa oriental de África , surgem normalmente , duas frentes secundárias mais a sul , nomeadamente a frente fria temperada e a frente fria subantártica. Quando isto acontece , a sua influência sobre a parte continental em termos de precipitação é muito fraca mas é forte em termos de vento que por vezes é acompanhado de rajadas ( INAM , 1987 , p.3).

Uma das superfícies frontais é afectada pelas massas de ar transportadas na circulação do anticiclone continental e também pelas depressões costeiras produzindo-

se nela ondulações que são acompanhadas de trovoadas e ventos fortes. Este caso é muito frequente em Outubro e Abril.

A outra superfície frontal vai-se dissipando a medida em que se acentuam as modificações da massa de ar vinda do sul, até que adquira as características das massas de ar tropical marítima. Esta superfície é acompanhada de forte nebulosidade e de precipitação abundante, geralmente sob a forma de chuva contínua moderada e forte (ibidem, p.4).

O vento influi de alguma maneira na evaporação da água, quer das plantas, nomeadamente a transpiração, quer do solo ou da superfície livre de água, embora não haja uma proporção entre a velocidade do vento e a transpiração (Azevedo, 1949, p.139).

### 3.3 - Temperatura

A partir dos valores normais do período 1961/1990 e dos valores médios mensais verifica-se que a temperatura máxima média mensal é de 29.3 °C e a mínima média mensal é de 16.7 °C. Ao longo do ano a temperatura média é de 23 °C. O mês mais quente é Janeiro com a temperatura média de 26.7 °C e os meses mais frios são Junho e Julho com uma temperatura média de 18.1 °C (vide tabela 1 em anexo).

A temperatura constitui um dos elementos climáticos com maior influência na evaporação. Com efeito, uma subida da temperatura aumenta a tensão do vapor de água e a intensidade de evaporação também sofre um aumento (Azevedo, 1949, p.151).

A representação gráfica dos dados da temperatura consta no gráfico 2.

### 3.4 - Evapotranspiração

O conceito evapotranspiração segundo Peixoto (1989 , p.50) designa a perda de água por evaporação do solo e por transpiração das plantas . Este conceito foi mais tarde completado por duas versões seguintes:

Evapotranspiração real , corresponde à perda total de água nas condições reais relacionada com o teor em água do solo e com características do solo e das plantas .

Evapotranspiração potencial é a perda máxima possível de água , quando o solo se encontra amplamente abastecido de água e revestido duma cultura uniforme de pequena altura.

No que diz respeito a evapotranspiração potencial do distrito , os dados são apresentados na tabela 1 em anexo.

A partir dos dados metereológicos referentes ao período 1961/1990 que são apenas da evapotranspiração potencial pretende-se calcular a evapotranspiração real da área do estudo com base na seguinte fórmula:

$$E_o = 0.291 * A^{-0.05} U_2 (e_a - e_d) \text{ mm} * \text{dia}^{-1}$$

Dados:

Área (A) ---> 815 Km<sup>2</sup>

Velocidade média anual do vento a 2 metros da superfície (U<sub>2</sub>) ---> 6.99 Km/h o que corresponde a 1.9 m/s

Tensão de vapor de água (e<sub>s</sub> - e<sub>d</sub>) ---> 13.1 \* 1.33 = 17.24 mb

$$E_C = 0.291 * 815000000^{-0.05} * 1.9 * 17.42 * \text{mm dia}^{-1}$$

$$E_C = \frac{0.291 * 1.9 * 17.42}{2.78} = 3.46 \text{ mm} * \text{dia}^{-1} \quad \checkmark$$

A evaporação real no distrito de Boane é de 3.46 mm por dia e ao longo de todo o ano ela é de 1262.9 mm , o que espelha uma intensa evaporação na região.

### 3.5 - Humidade

A humidade relativa é a relação entre a quantidade do vapor de água existente num dado volume de ar , a uma dada temperatura, e a quantidade que conteria se estivesse saturado a essa mesma temperatura (Godinho , 1953 ,p.160).

U A humidade relativa mensal atinge o valor mais alto de 73 % no mês de Abril e o valor mais baixo nos meses de Julho e Agosto com cerca de 68 % (vide a tabela 1 em anexo) .

Fazendo uma leitura aos valores normais de 1961/1990 verifica-se que é justamente no verão altura em que a humidade relativa é alta e que os valores mais baixo de Humidade coincidem com o período relativamente mais seco na região.

Este aspecto está relacionado com o comportamento da evapotranspiração que é muito similar ao da humidade, que se reflecte na precipitação da região.

### 3.6 - Precipitação

O sul de Moçambique tem uma estação chuvosa entre os meses de Outubro e Março seguido por um período muito seco de seis meses. Todavia, a distribuição anual das chuvas é muito irregular. Por vezes há chuvas intensas causadas por depressões ou ciclones tropicais que produzem grandes fluxos de água (Pettersen citando DNA, 1984, p.3).

A ocorrência da precipitação durante o inverno que normalmente é a estação seca, é explicada pela existência de superfícies frontais estacionárias.

Essas superfícies frontais sofrem influência da circulação das massas de ar continental e marítimo. A medida em que se acentuam as modificações das massas de ar marítimas vindas do sul, uma das superfícies frontais sofre transformações e adquire as características da massa de ar marítima, provocando uma forte nebulosidade e uma precipitação abundante, geralmente sob a forma de chuva contínua, moderada e forte (INAM, 1987, p.4).

A maior concentração das chuvas regista-se nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro de com uma média de 86.2 mm, 138.1 mm e 113.2 mm respectivamente.

O mês de Agosto é aquele que apresenta o valor mais baixo com uma média de 13.5 mm (vide a tabela 1 em anexo).

A representação gráfica dos valores da precipitação em combinação com os da temperatura , consta no gráfico 2 em anexo .

### **3.7 - Classificação Climática do distrito de Boane segundo Köppen e Thorntwaite**

Os critérios de classificação adoptados por Köppen e Thorntwaite complementam-se um ao outro e em ambos os casos a classificação climática é feita com base em indicadores numéricos<sup>4</sup> .

A classificação climática de Köppen toma em consideração dois elementos climáticos fundamentais nomeadamente a temperatura do ar e a precipitação média mensal (Rocha Faria , 1968 , p.3).

Na classificação climática de Thorntwaite acrescenta-se outros indicadores numéricos nomeadamente o índice de humidade (Ihu), o índice hídrico (Ih) e o índice de eficácia térmica (C).

Contudo, esta classificação climática difere da anterior uma vez que baseia-se no cálculo dos índices nos valores da evapotranspiração potencial ao longo do ano, valores esses que permitem efectuar o balanço hídrico , ou seja a determinação dos excessos e deficiências de água no solo e sua repartição pelas diferentes épocas do ano (Sá , 1976 , p.31).

Sendo assim, os indicadores numéricos utilizados na classificação climática de Köppen são os seguintes:

---

<sup>4</sup> Os indicadores e as respectivas fórmulas usadas , foram retirados da obra Monografia Agrícola de Massinga (Almeida , 1959) .

i) O coeficiente hidrotérmico (Ch) foi o primeiro indicador calculado e é obtido pela divisão da precipitação média (P) pela temperatura média anual (T).

Se for superior a 40 a região é húmida e se for inferior é seca ou árida.

$$Ch = \frac{P}{T} \qquad Ch = \frac{707.3}{23} = 30.7$$

A partir deste resultado, conclui-se que o distrito de Boane é uma região árida ou seca pois o coeficiente hidrotérmico é inferior a 40.

ii) O segundo indicador calculado foi o índice de aridez de Martonne (Ia), que é obtido através da seguinte relação:

$$Ia = \frac{P}{T + 10}$$

Se o resultado estiver entre 30 - 50, o clima está entre o endoreísmo e o exoroísmo, isto é, na transição entre o clima seco e o clima chuvoso.

$$Ia = \frac{707.3}{23 + 10} = 21.4$$

Com este resultado, conclui-se que a região de Boane está no endoreísmo ou seco pois o seu valor encontra-se abaixo de 30.

iii) O terceiro indicador calculado foi o coeficiente de Köppen (K), que é dado pela soma da temperatura (T) com os coeficientes 22 (quando a chuva ocorre principalmente no inverno), 33 (quando a chuva é distribuída por todo ano) ou 44 (quando a chuva ocorre principalmente no verão).

Se a altura pluviométrica anual em centímetros (cm) for a metade da precipitação ( $\frac{1}{2}$  de R), o clima é árido, se está compreendida entre a metade de R e K, o clima é semi-árido e se for superior a R, o clima é húmido.

Para o caso específico desta região de Boane, a relação utilizada foi  $K = T + 44$ , porque a chuva ocorre no verão.

$$K = 23 + 44 = 67$$

Altura pluviométrica anual (R) = 707.3 mm o que é igual a 70.73 cm e a metade de R é igual a 35.3 cm.

Com o resultado obtido, verifica-se que o clima da região é semi-árido porque o coeficiente de Köppen ( $K = 67$ ) está compreendido entre a metade da altura pluviométrica (35.3 cm) e R (70.73 cm).

A partir dos três indicadores atrás calculado e dos dados de precipitação e evaporação já referidos é possível estabelecer a classificação de Köppen para a região em estudo.

Para a região de Boane, o clima é tropical seco de estepe uma vez que a evapotranspiração é superior a precipitação, utilizando a seguinte relação:  $t + 14 < r < 2(t + 14)$ . O símbolo adoptado para este tipo de clima é Bs.



Na classificação de Thorntwaite os indicadores usados são os seguintes:

a) O índice de de humidade (Ihu) é expresso pela seguinte relação :

$$I_{hu} = \frac{100 * \text{excesso de água}}{E_p}$$

$$I_{hu} = \frac{100 * 0}{E_p} = 0$$

O índice de humidade é igual a zero porque regista-se na região um elevado défice de água ao longo de todo o ano.

b) O índice hídrico (Ih) é obtido pela diferença entre o índice de humidade e o produto da multiplicação do coeficiente 0.6 pelo índice de aridez de Martonne .

Consideram-se secos os climas de índice hídrico negativo e húmidos aqueles em que é positivo.

$$I_h = I_{hu} - 0.6 I_a$$

$$I_h = 0 - 0.6 * 21.4 = - 12.84$$

Com este resultado , conclui-se que o clima da região é seco.

c) O índice de eficácia térmica ou variação estacional da humidade do solo exprime -se pela percentagem de evapotranspiração dos três meses de verão mais chuvosos em relação à sua totalidade anual.

Evapotranspiração média anual = 1732.6 mm

Evapotranspiração dos três meses mais chuvosos do verão :

Dezembro = 184.5 mm , Janeiro = 193.9 mm e Fevereiro = 155.0 mm

$$C = (184.4 + 193.9 + 155) * \frac{100}{1732.6} = 30.8\%$$

d) O coeficiente de Von Hann foi o último indicador numérico calculado de modo a determinar os meses chuvosos dos meses secos.

De acordo com este coeficiente, meses chuvosos são aqueles cujo  $\phi$  resultado calculado é superior a unidade e os meses secos ou áridos aqueles que o resultado é inferior a unidade.

A tabela 2 apresenta os resultados do coeficiente de *Von Hann* para a região em estudo.

**Tabela 2 : Valores do coeficiente de *Von Hann* para o distrito de Boane**

Mes.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
val.	2.3	2.1	1.3	0.8	0.4	0.2	0.2	0.5	0.9	1.3	1.4

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados meteorológicos do Umbelúzi entre 1961-1990.

A partir dos resultados da tabela 2 conclui-se que no distrito de Boane há cinco meses chuvosos nomeadamente Novembro , Dezembro , Janeiro , Fevereiro e

Março dois meses de transição que são Abril e Outubro e os restantes cinco meses de Maio a Setembro, secos ou áridos.

Deste modo, a classificação climática de Thorntwaite para a região é do tipo C<sub>1</sub> ou D<sub>1</sub> A', d ou W e a'. Esta simbologia é usada para o clima com tendência para a aridez, megatérmico, de temperatura média anual superior a 20 °C e a evapotranspiração potencial superior a 1200 mm, com uma pequena variação estacional da humidade do solo e algum excesso de água no verão (Guerreiro, 1966, p.3).

Comparando a classificação de Koppen e a de Thorntwaite para a região Boane, conclui-se que de facto existe uma semelhança no que diz respeito ao tipo do clima e as características do mesmo. Este aspecto confirma a complementaridade entre as duas classificações que foi referenciada logo no início do sub-capítulo.

#### **4 - Hidrografia**

##### **4.1 - Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Umbelúzi**

A rede hidrográfica do distrito de Boane é constituída pelo rio Umbelúzi, que é o principal rio que atravessa o distrito em direcção à foz e por uma série de pequenos rios que só transportam água no período das chuvas designados rios efémeros (vide o mapa 3 em anexo).

O rio Umbelúzi nasce na Suazilândia, perto de Forbes Reef, a cerca de 1800 metros de altitude (Boléo, 1950, p.90).

A bacia hidrográfica é de 5700 Km<sup>2</sup> dos quais 3320 Km<sup>2</sup> encontram-se na Suazilândia, 80 Km<sup>2</sup> na África do Sul e 2300 Km<sup>2</sup> em Moçambique (Pettersson citando Chonguiça e Stromquist, 1992, p.3).

A forma da bacia é alongada , aproximando-se de um rectângulo com o eixo maior no Sudoeste e Nordeste (Santos , 1991, p.2).

Em Moçambique , após entrar pela vila fronteiriça de Goba, atravessa a zona montanhosa dos montes Libombos constituída por rochas vulcânicas onde predominam os riolitos até atingir a Barragem dos Pequenos Libombos , onde recebe um dos seus afluentes , o rio Impaputo ou Calichane.

Após atravessar a barragem , entra no seu curso médio inferior onde recebe o seu segundo maior afluente em Moçambique , o rio Movene junto a sede distrital e passa a ser um rio de planície .

O curso médio inferior do rio Umbelúzi em território Moçambicano é na zona de planícies sedimentares formadas a partir da deposição de aluviões durante as inundações que se registaram nos anos que antecedem a entrada em funcionamento da barragem . Estas planícies são muito aproveitadas para a actividade agrícola por serem bastante férteis e próximas do rio.

A planície do litoral e as colinas são unidades geomorfológicas que ocupam a superfície compreendida entre o vale do rio Movene e o oceano , englobando superfícies planas e pequenas elevações (Santos ,1991, p.2).

Com a entrada em funcionamento da barragem dos pequenos Libombos , o caudal do curso médio inferior passou a ser regulado pela mesma deixando de existir as inundações que ocorriam nos anos de elevada pluviosidade.

A área que se estende até 12 Km para montante , a partir da foz , forma uma área comum com os troços terminais dos rios Tembe e Matola , os quais desaguam no

estuário do Espírito Santo. Nesta área notam-se as características de alternância da acção das cheias e das inundações salinas (Santos , 1991 , p.2).

O rio Umbelúzi tinha um escoamento médio anual<sup>5</sup> na foz de cerca de 4900 Mm<sup>3</sup>, sendo na fronteira, o seu valor de 357 Mm<sup>3</sup>.

Esse escoamento elevado na foz verificado até 1987 deveu-se a contribuição dos afluentes em território nacional (vide a tabela 3 em anexo).

Antes da construção da barragem dos Pequenos Libombos o caudal estimada para ser retirado do reservatório de Boane era de 2.78 m<sup>3</sup>/s . Actualmente , menos que a metade desta quantidade , 1.11 m<sup>3</sup>/s é deixada passar para o abastecimento de água a população (Stromquist ,1992 , p.79). Para impedir a intrusão salina a partir do oceano durante as horas das marés altas no mar e de baixo caudal do rio , uma quantidade adicional de 0.5 m<sup>3</sup>/s é estimada como sendo necessária para tal<sup>6</sup>.

No capítulo referente a barragem dos Pequenos Libombos será novamente focado esse aspecto da utilização da água.

#### **4.2 - Balanço Hídrico**

O distrito de Boane , apresenta um grande défice hídrico resultante da elevada evapotranspiração que ocorre ao longo de todo o ano (vide a figura 3 em anexo). Essa evapotranspiração , supera em grande medida a precipitação que também é irregular e abundante apenas no verão.

---

<sup>5</sup> Esses valores do escoamento médio anual referem-se aos Anos Hidrológicos de 1951/52 até 1987/88 .

<sup>6</sup> Osterrichis Chedonaukraftwarke AG. ,1988 citado por Stromquist, 1992 , p.79

Em termos numéricos , a evaporação real anual é de 1262.2 mm, a precipitação anual é de 707.3 mm o que resulta num défice hídrico de 555.6 mm por ano. A perda diária por evaporação no distrito é de 3.46 mm.

### 4.3 - Águas Subterrâneas

No distrito de Boane foram efectuados alguns furos pela empresa GEOMOC , durante a década de 80. A partir dos relatórios técnicos desses furos<sup>7</sup> , constata-se que a água encontra-se a grandes profundidades que variam de 4.62 a 7.83 metros.

A sua captação para diversos fins é muito difícil porque o terreno é muito argiloso e tem por isso , grande dificuldade de transmissão de água sendo também muito duro quando seco , o que dificulta a perfuração dos poços, sendo por isso necessário atingir grandes profundidades para obter um caudal considerável. Para a sua exploração , a GEOMOC recomenda de acordo com o local onde se encontra o furo , um caudal que varia de 4.3 m<sup>3</sup>/h a 60 m<sup>3</sup>/h de maneira a não danificar o equipamento. Esse constitui um dos problemas da inoperacionalidade dos furos que foram feitos com a finalidade de abastecer a população rural em água porque actualmente encontram-se danificados devido a falta de manutenção.

Contudo, a água em todos os furos efectuados apresentava características químicas que a tornam imprópria ao consumo público em virtude da elevada quantidade de minerais dissolvidos e em alguns casos um teor de nitrito superior ao recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), não havendo uma explicação exaustiva para tal , embora se possa relacionar com os fertilizantes aplicados

---

<sup>7</sup> Os relatórios desses furos foram anexados ao trabalho.

na agricultura que incluem o nitrogénio. Por essa razão , a água dos furos requer um tratamento químico prévio de modo a ser consumida pela população , o que é muito oneroso .

Estes furos mostram-se extremamente importantes para o abastecimento da população rural porque ela enfrenta actualmente graves problemas de abastecimento de água .

Há planos de efectuar novos furos sobretudo na área de Estevel onde foram efectuadas no passado prospecções geotérmicas ao aquífero ali existente , mas que devido a insegurança que se vivia no país , o trabalho não foi concluído.

## **5 - Solos**

O distrito de Boane é composto por sete grandes unidades de solos agrupados segundo o período geológico. Algumas dessas unidades subdividem-se em outras pequenas unidades de acordo com certas especificidades nomeadamente textura , salinidade e sodicidade (vide o mapa 4 em anexo).

### **5.1 - Caracterização dos solos**

#### **i) - Solos de Mananga**

Os solos de Mananga foram formados durante ciclos de pediplanação , a qual foi sujeito o sul de Moçambique ( FAO/ UNDP/MOZ,1990 , p.5).

Estes solos são planos , de textura argilo-arenosa com uma profundidade média de 120 cm . A camada superficial é arenosa de 0 - 25 cm de espessura variável.

Estes solos são de elevada compactação sendo a sua drenagem má variando a sua classe de imperfeita a boa. Em profundidade podem apresentar problemas de salinidade (Dykshoorm, 1993, p.15).

Os solos de Mananga subdividem-se em várias outras pequenas unidades consoante a textura, cobertura arenosa e outras particularidades. Localizam-se em planícies, fundos dos vales na zona de cobertura arenosa. As sub-unidades mais representativas são as seguintes:

#### **i.i) Solos Mananga com cobertura arenosa (Ma)**

São solos de cor castanha amarelada com uma camada arenosa moderadamente espessa e com uma textura franco-argilo-arenosa. Eles têm uma declividade muito baixa (0- 2 %).

Em termos geológicos, esta unidade é formada de sedimentos de Mananga com uma camada inferior a 20 cm e de depósitos sódicos do pleistoceno. Ocupam principalmente as planícies, fundos de vales na zona de cobertura arenosa. A profundidade é superior a 100 cm e a drenagem é moderada. O teor de ácido é ligeiro e não são salgados nem sódicos.

Estes solos localizam-se na parte sul da distrito de Boane e aparecem combinados com os post-mananga de textura argilosa. A classificação da FAO atribuída a esta sub-unidade pedológica é *Ferralic Arenosols*.



### **i.ii) Solos Mananga com cobertura arenosa e espessura variável (Mm)**

As suas características não diferem bastante da anterior sub-unidade. As diferenças residem na textura que é franco -argilo-arenosa com uma camada superficial arenosa de 50 cm e na drenagem que é imperfeita.

Esta sub-unidade pedológica localiza-se na parte norte da sede do distrito de Boane e prolonga-se até próximo a foz dos rios , ocupando também uma faixa estreita que parte de uma das margens do rio Umbelúzi<sup>8</sup> em direcção sul na localidade de Massaca II . Estes solos são denominados na classificação da FAO por *Stagnic ou Haplic Luvisols*.

### **ii) - Solos de Post-Mananga**

Estes solos são encontrados geralmente nas encostas dos vales e em zonas aplanadas com relevo plano a quase plano , apresentando algumas ondulações , mas muito locais. Os solos Post-Mananga subdividem-se em Post-Mananga de textura argilosa e Post-Mananga de textura média (Dyksoorm ,1993 p.24).

#### **ii.i) - Post-Mananga de textura argilosa (Pa)**

Os solos Post-Mananga de textura argilosa (Pa) são profundos atingindo em média 100 cm de profundidade, encontrando -se na base destes solos uma camada de seixos rolados. Ocupam as encostas coluviais.

Estes solos são de textura franco-argilosa a franco-argilo-arenosa e por vezes argilo-arenosa a franco-argilo-arenosa na profundidade.

---

<sup>8</sup> A margem citada é a direita no sentido a jusante do rio Umbelúzi.

A drenagem é boa a moderadamente boa sendo o valor da infiltração de 59 mm/h. Salienta-se nestes solos a ausência de carbonatos de Cálcio e de concreções calcáreas bem como de salinidade e de sodicidade , apresentando deste modo uma boa fertilidade. A classificação da FAO a esta sub-unidade é *Chromic cambisols*.

#### **ii.ii) - Post-Mananga de textura média (Pm)**

Os solos Post-Mananga de textura média , são profundos , podendo atingir mais de 100 cm de profundidade ocupando as encostas do vale com declive inclinado em direcção ao rio Umbelúzi.

Esta unidade distingue-se da anterior pela presença de textura mais leve , isto é arenosa. Essa textura por vezes é franco-argilo-arenosa a franco-arenosa e ainda argilo-arenosa sendo a coloração castanho-avermelhada escura e acastanhada.

Este tipo de solo não possui concreções calcáreas. A sua drenagem é boa e não é salino e nem sódico. A classificação atribuída a esta sub-unidade é *Haplic lixisol*.

#### **iii) - Solos de Basaltos Vermelhos (Bv)**

Estes solos ocupam áreas de relevo essencialmente plano, podendo em alguns lugares isolados ser quase planos (Dykshoorn, 1993 ,p.9).

Em geral , estes solos não são profundos , encontrando-se a sua rocha-mãe parcialmente meteorizada a uma profundidade inferior a 2 m. Possuem uma textura franco-argilosa a argilosa na superfície e mais argilosa para a profundidade , com 43% de argila , em média , apresentando uma coloração castanho-avermelhada escura.

Os basaltos vermelhos, são solos moderadamente bem drenados sendo a capacidade de infiltração média de 38 mm/h .Eles mostram um fendilhamento ligeiramente grosso na estrutura , quase poligonal , que se estende até um pouco mais de 50 cm. A classificação dos mesmos é *Ferric Lixisol*.

#### **iv) - Solos Aluvionares do Umbelúzi**

Os solos aluvionares do Umbelúzi fazem parte da planície aluvionar formando uma faixa ao longo do rio. Em geral, estes solos encontram-se num declive plano a quase plano. Eles subdividem-se em solos aluvionares de sedimentos marinhos estuarinos , solos de aluviões argilosos e solos de aluviões estratificados de textura grossa ou média (INIA/DTA , 1995, p.4).

##### **iv.i) Solos aluvionares de sedimentos marinhos e estuarinos (Fe)**

Estes solos são argilosos cinzentos e frequentemente saturados. A sua textura varia de franco-argilosa -limosa a argilo-limosa tendo por essa razão uma drenagem má a muito má. A profundidade média destes solos é superior a 100 cm.

Quanto a salinidade e a sodicidade , estes solos não são salgados na parte superficial e são fortemente salgados e sódicos em profundidade . A FAO classifica estes solos de *Salic Fluvisols*.

##### **iv.ii) Solos de aluviões argilosos (Fg)**

Os solos de aluviões argilosos ,localizam-se em regiões planas com um declive que varia de 0 a 1 % . Apresentam uma coloração castanha a acinzentada e

uma textura que varia de franco-argilo-arenosa a argilosa na parte superficial e argilosa-limosa a argilosa no subsolo. A drenagem é moderada a má.

Estes solos não são salgados e nem são sódicos na parte superficial e têm um ligeiro teor salino e moderadamente sódicos no subsolo. Esta sub-unidade pedológica é denominada por *Molic Fluvisols*.

#### **iv.iii) Solos de aluviões estratificados de textura grossa ou média (Fs)**

Estes solos , ocupam regiões quase planas com um declive que não supera os 2 % . Apresentam uma coloração castanha acizentada e uma textura que varia de arenosa a franco-argilosa na superfície e franco-argilosa a argilosa estratificada em profundidade. A drenagem varia de imperfeita a má.

A salinidade bem como a sodicidade é baixa na superfície e em profundidade a salinidade continua baixa mas a sodicidade é moderada. A classificação atribuída a estes solos é *Eutric Fluvisols*.

#### **v) Solos Arenosos Alaranjados (Aj)**

Os solos arenosos alaranjados são caracterizados por possuírem areia alaranjada e pela profundidade muito elevada , superior a 180 cm.

Em termos geológicos estes solos foram formadas no Plestocénio. Eles ocupam áreas planas com um declive que varia de 0 - 2 % .

A textura varia de arenosa a arenosa-franca tendo por conseguinte uma drenagem boa a excessiva.

É de salientar a ausência de salinidade e de sodicidade nesta unidade pedológica que pode ser encontrada com maior predominância na parte ocidental do posto administrativo da Matola-Rio .A classificação dos mesmos segundo a FAO é *Ferralsic Arenosols*.

#### **vi) Solos derivados de Grés-vermelho (G)**

É a unidade pedológica com uma pequena representatividade em todo distrito . É constituída principalmente por areia grossa com uma cor castanha avermelhada escura. A profundidade dos mesmos é elevada ( superior a 100 cm) .

Em termos geológicos , estes solos foram formados a partir de colinas de grés e areias vermelhas do Terciário . Eles formam um relevo de colinas baixas com um declive de 0 - 8 % . A textura varia de arenosa a arenosa-franca com uma areia grossa sendo a sua drenagem excessiva.

A área ocupada por esta unidade pedológica estende-se da parte norte da sede do distrito ao posto administrativo de Matola-Rio. A classificação atribuída a esta unidade é *Ferralsic Arenosols*.

#### **vii) Solos Riolíticos (Ri)**

Os solos riolíticos localizam-se na cadeia vulcânica dos Libombos . A característica principal dos mesmos assenta na textura que é franco-argilosa . A cor é castanha - avermelhada e têm uma profundidade variável.

Quanto a geologia, os solos riolíticos foram formados no Karroo. Esta unidade pedológica forma um relevo denominado "*cuestas*" e que o declive é escarpado ( superior a 8 %). A profundidade é inferior a 30 cm e a drenagem é moderada.

Salienta-se nestes solos a ausência da salinidade e da sodicidade. A classificação atribuída pela FAO é *Eutric Leptosols*.

## 5.2 - Classificação dos Solos

A classificação dos solos adoptada pela FAO (1988) serviu de base para este trabalho por ser aquela que é recomendada pelo organismo mundial que vela pela agricultura e alimentação. A tabela 4 apresenta a classificação dos solos para o caso da área de estudo.

**Tabela 4 : Classificação dos Solos do Distrito de Boane**

Tipo de Solo	Classificação da FAO (1988)
Ri - solos riolíticos	Eutric Leptosols
Bv - solos basálticos vermelhos	Ferric Lixisol
G - solos derivados de grés vermelho	Eutric Regosols (Re)
M - solos de mananga	Haplic/Stagnic Luvisols(La/Lg)
Ma - Mananga c/ cobertura arenosa	Ferralic Arenosols (Qf)
Mm - Mananga c/ cobertura arenosa e espessura variável	Stagnic Luvisols (Lg)
Pa - post-mananga de textura argilosa	Chromic Cambisols(Bc)
Pm - post-mananga de textura média	Haplic Lixisol (Lc)
Aj - solos arenosos alaranjados	Ferralic Arenosols (Qf)
Fe - solos aluvionares c/sedim. marinhos	Salic Fluvisols
Fg - solos de aluviões argilosos	Molic Fluvisols (Jt)
Fs - solos de aluviões estratificados	Ferralic Arenosols (Qf)

Fonte: INIA/DTA , 1995 e Mapa de Documento de Campo sobre Inventário dos Recursos de Solos e Climáticos (FAO/UNDP/MOZ 75/011 , 1982)

## 6 - Vegetação

A província de Maputo , segundo Lebrun (1971) citado por Sá (1976 , p.20), geograficamente está incluído na região "Sudano-zambeziaca" e dentro daquela no domínio das "savanas e florestas sul-africanas".

Deste modo , no distrito de Boane encontram-se os seguintes domínios das formações vegetais (vide o mapa 5 em anexo):

a) Vegetação dos Libombos que é formada por matas baixas , abertas e savanas arbóreas e arbustivas por vezes brenhosas com *Bolusanthus speciosus* , *Peltophorum africanum* , *Mundela serberosa* , *Combretum zeyheri* , *C. gueinzii* , *Scleocarya caffra* , *Acacia nigrescens* , *Larrea discolor* , *Pterocarpus rotundifolus* , *Baulinia gafini* com estrato graminoso com predomínio de *Themeda*.

Nas zonas mais húmidas e de maior altitude ocorrem formações sempre verdes de floresta , formações nipestres de caméfitas e suculentas (*Aloa* , *Euphorbia* , *Crassula*) e fetos , além de savanas e pradarias secundárias com *Hyparrhenia*, *Themeda* e *Cymbopogon*.

b) Vegetação típica dos aluviões que compreende essencialmente as savanas herbosas e estepes com predomínio de espécies dos géneros *Setaria* , *Andropogon* e *Ischaemum* e ainda floresta de tipo galeria, sempre verde ou decídua e savanas arbóreas com predomínio de espécies dos género *Acacia*, *Xanthopholea* , *Compylecantha* , *Spirocarpa* e *nigrescens* , *Ficus*, *Combutum* , *Barascus* e *Hyphaene*.

c) Estepes halófitas formadas por gramíneas e suculentas com espécies de género *sporobolus* .

A floresta Galeria bem como a maioria da vegetação nativa do distrito vem sofrendo transformação com a prática da actividade agrícola ao longo das margens do rio Umbelúzi e nas áreas em redor da barragem dos pequenos Libombos.

Contudo, plantas lenhosas da espécie *Sclerocarya caffra*, *kanyu*<sup>9</sup> são comuns no distrito devido a importância que o fruto tem no fabrico de bebida e do caroço que é aplicado na alimentação substituindo o amendoim ( Hatton et al ,1993 ,p.20).

### 7 - Fauna

O distrito de Boane é pobre em fauna terrestre . No entanto , há a salientar a existência de roedores onde se destacam os vários tipos de ratos (*Rathus* e *Mus*) , que são prejudiciais a agricultura (Myre , 1971 , p.23). Existe também diversas espécies de répteis .

Contudo , a albufeira dos Pequenos Libombos é um ecossistema rico em aves e em peixes.

De acordo com um estudo feito pela Faculdade de Biologia e citado por Hatton et al (1993 , p.18), não há uma informação exacta sobre a composição específica e a abundância da fauna piscícola que habita a albufeira.

Contudo, aparentemente o ciclídeo mais abundante no local é o *Sarotherodon mossambicus* (Tilápia) . Outros ciclídeos ocasionalmente encontrados naquelas águas são *Rendallii Swierstrae* e *T. Sparrmanii*.

Ainda de acordo com o mesmo levantamento, outras espécies que podemos encontrar no local agrupam em:

---

<sup>9</sup> Sousa e Gomes , 1967 , p.494 .



a) *Eutropiys Depressitoris* , uma das espécies de peixe -gato . É uma espécie tropical omnívora , alimenta-se de matéria vegetal , insectos e pequenos peixes.

b) *Clarius Gaiepinus* , que se alimenta de insectos , crustáceos , moluscos e pequenos peixes.

c) *Synodontis Zambezensis* ("*Brown Squeakers* ") que se alimenta de grande variedade de presas ( insectos, crustáceos, peixes e cadáveres).

Para além dos animais aquáticos há também aves que estão directamente associadas às águas da albufeira , embora a sua quantidade seja aparentemente pequena. Isto deve-se provavelmente ao facto dos habitats criados sejam bastante recentes , em resultado do enchimento da albufeira (Hatton et al , 1993, p.18).

As espécies de aves que podem ser encontradas são da família ictiogafos tais como cormorantes (*Phalacrocorax africanus*), Pelicanos (*Pelecanus sp.*) e o Pica-peixe (*Ceryle rudis*) são habitantes ou visitantes ocasionais da albufeira.

Algumas aves palustres das margens foram também identificadas tais como garças (*Ardea sp. e Egratta*) e ave-martelo (*Scopus umbreta*).

## **CAPÍTULO III - BARRAGEM DOS PEQUENOS LIBOMBOS**

### **1 - Descrição geral**

A barragem dos Pequenos Libombos construída sobre o rio Umbelúzi entre 1983 e 1987 fica situada no distrito de Boane a cerca de 30 Km da cidade de Maputo e 5 Km da vila sede de Boane entre as latitudes 25°40' e 26°20' Sul e entre as longitudes 32° 12' e 32°20' Este<sup>10</sup>.

A sua construção teve como principais objectivos o abastecimento de água à cidade de Maputo e o fornecimento de água para rega aos vales de Umbelúzi e de Tembe, face as boas características dos seus solos para regadio e drena uma área de 800 Km<sup>2</sup> em território nacional que corresponde a 20% do total (Santos 1991, p.33).

### **2 - Potencialidade e Principais Aplicações**

A capacidade máxima de armazenamento da albufeira é de 400 Mm<sup>3</sup>, a que corresponde um volume activo de 350 Mm<sup>3</sup> e uma área de inundação de 38 Km<sup>2</sup>.

A tabela 5 apresenta o plano de uso da barragem após a sua conclusão em 1987, na qual se destacam os dois importantes objectivos da obra.

---

<sup>10</sup> Hatton et al, 1993, p.36

**Tabela 5 : Plano de uso da Barragem dos Pequenos Libombos**

Utilizações	Abastecimento de água	Rega a jusante	Evaporações e perdas	Total
Quantidade	50* 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> em 25 anos	105*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> para 12000 ha	10*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	165* 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

Fonte: Serviços Hidráulicos , 1968 ,p.37

Em relação a rega , as áreas que são abrangidas actualmente pelo sistema de regadio<sup>11</sup> no baixo Umbelúzi nos sectores familiar e comercial ou empresarial estão representadas nas tabelas 6 , 7 e 8 respectivamente.

**Tabela 6: Valores das áreas de regadio do sector familiar**

Simbolo	Unidade de produção	Área (em ha)
A	1 de Novembro	48
B	Tudor	93
C	25 de Setembro	273
D	Francisco do Vale	59
E	P.Manjate	575
F	Antigos combatentes	77
G	Fretilin	44
O	Outros	1269
Subtotal	----->	1918

Fonte: Tueros , 1991 , p.6

<sup>11</sup> vide o mapa 6 em anexo

A área de regadio do sector familiar constitui 21.44 % do total da área actualmente irrigada.

**Tabela 7 : Valores das áreas de regadio do sector comercial / empresarial**

Símbolo	Unidade de produção	Área (em ha)
I	Agropecuária de Boane	223
J	Agrop. Boane (extensão)	347
K	Bom Pastor	226
L	Anacleto	141
M	INIA - Estação Agrária	94
N	E.E.L.L.M.	508
O	Outros	517
Subtotal	-----	2056

Fonte: Tueros, 1991, p.6

Analisando a tabela acima, verifica-se que a área do regadio do sector comercial ou empresarial ligeiramente superior em comparação com o sector familiar sobretudo em extensão cuja a cifra situa-se em 22.98% da área actualmente irrigada.

**Tabela 8 : Valores das áreas de regadio do sector comercial (citrinos)**

Símbolo	Unidade de produção	Área (em ha)
P	3 de Fevereiro	1693
Q	LOMACO	2278
Subtotal	-----	4971

Fonte: Tueros, 1991, p.6

De acordo com a tabela 8, as unidades que ocupam maiores áreas irrigadas são a 3 de Fevereiro e a LOMACO que representam cerca de 55.57 % do total. Isto

mostra o predomínio deste sector na agricultura da região sobretudo no sistema de regadio instalado no local.

O mapa 6 em anexo mostra a distribuição espacial das áreas acima citadas e verifica-se a partir do mesmo que o sector empresarial ocupa as áreas marginais do baixo umbelúzi.

No futuro está previsto o alargamento das áreas actualmente beneficiárias do sistema de regadio cujo os valores são de 2300 hectares para cada um dos sectores o que representa um aumento de 51.42 % do total já existente.

A tabela 9 abaixo indicada faz uma comparação da utilização de água na da barragem para os diversos fins em dois períodos passados e a previsão até ao ano 2010.

**Tabela 9 : Utilização da Barragem dos Pequenos Libombos**

Ano/volume ( em m <sup>3</sup> /s e Mm <sup>3</sup> /s)	Abastecimento C. Maputo	Irrigação dos campos	Caudais míni. e perdas	Total
1990	1.5 e 48	0.3 e 8	1.0 e 32	2.8 e 88
1995	2.2 e 70	0.8 e 25	1.0 e 32	4.0 e 127
2010	2.8 e 88	1.8 e 58	0.5 e 16	5.1 e 162

Fonte: Santos , 1991 , p.36

A partir dos dados contidos na tabela 9 verifica-se que o abastecimento de água a cidade de Maputo bem como a irrigação dos campos agrícolas<sup>12</sup> continuarão a consumir grandes quantidades de água .

Contudo , há a referenciar a existência de caudais mínimos normalmente designados por caudal ecológico , e cujo o objectivo principal é a redução da intrusão salina . Este caudal que é considerado uma utilização secundária é extremamente importante , do ponto de vista ambiental , porque contribue para impedir a salinização rápida dos solos da região à jusante da barragem.

#### **CAPÍTULO IV - INTERAÇÃO ENTRE A BARRAGEM E AS ACTIVIDADES SÓCIO-ECONÓMICAS E SEUS IMPACTOS NOS RECURSOS NATURAIS À JUSANTE DA BARRAGEM DOS PEQUENOS LIBOMBOS**

Neste capítulo pretende-se associar as actividades da barragem dos pequenos libombos e a relação com os recursos naturais a partir das actividades sócio-económicas principais praticadas na região .

---

<sup>12</sup> Relacionado com a utilização da água da barragem para a rega , a informação complementar consta na tabela 10 em anexo.

## 1 - Agricultura e Pecuária

Da análise feita a imagens de satélite SPOT de 1986 a 1993 conclui-se que em relação a vegetação, há uma redução paulatina da floresta nativa, resultado por um lado do aumento das áreas de produção agrícola dos sectores familiar e empresarial ou comercial e por outro lado do reassentamento da população na região devido a situação de paz que se vive no país desde Outubro de 1992. As associações vegetais<sup>13</sup> nativas estão a sofrer uma substituição a favor das plantas cultivadas.

O aumento das áreas de produção por parte do sector empresarial e motivado pela existência do sistema de regadio ao longo do vale do Umbelúzi o que atrai este sector a investir na área. Por sua vez, o sector familiar procura estender as suas áreas de produção para poder responder as necessidades alimentares e também recorre a vegetação para obter o combustível lenhoso para as suas necessidades energéticas.

A população ocupou as áreas adjacentes a barragem durante o conflito armado, devido a relativa segurança que elas ofereciam. Estes factores conjugados estão a contribuir para a redução da vegetação que a pouco e pouco vai se tornando numa savana degradada constituída essencialmente por arbustos e pelos canhoeiros, estes últimos devido ao valor dos seus frutos na produção de bebidas alcoólicas e na substituição do amendoim.

Um outro aspecto relacionado com o a actividade agro-pecuária que poderá vir a ter impacto negativo na vegetação é o repovoamento pecuário que os camponeses provavelmente irão beneficiar como forma de reposição do gado perdido ao longo do conflito armado que assolou o país. Em 1991, o distrito de Boane tinha apenas 3.570

---

<sup>13</sup> Este conceito foi usado por Allorge citado por Godinho (1954, p.131).

cabeças de gado bovino e 725 cabeças de gado caprino o que representava uma redução de 39 % do seu património pecuário devido a guerra (DPA , 1991).

O distrito de Boane tal como a região sul do vale do Limpopo possui um bom potencial para a criação de gado bovino em particular devido a existência de vales nos quais podem ser instalados sistemas de rega e dando possibilidades para a produção de forragens e também a ausência de mosca tsé-tsé (Martinho, 1956 , p.29.). É por essa razão que aposta-se no repovoamento pecuário de modo reactivar o uso da tracção animal entre os camponeses. A partir daí o uso da tracção animal na produção agrícola pode ser reactivada. Este gado irá colocar em causa a capacidade de carga<sup>14</sup> do solo da região, tendo em conta que a população vive em aldeias em redor da barragem e ao mesmo tempo consumirá mais vegetação contribuindo deste modo para a sua redução.

O sobrepastoreo poderá no futuro próximo contribuir na erosão do solo através do pisoteo do gado que origina a compactação excessiva do solo e também pelo consumo excessivo da vegetação . A compactação do solo dificulta a infiltração da água , provocando nos períodos chuvosos , uma elevada escorrência superficial e aumentando os riscos de erosão. A compactação dificulta também o crescimento das plantas e a germinação das mesmas , reduzindo assim a quantidade da vegetação e dando deste modo maiores possibilidades de erosão do solo.

O distrito de Boane tem um dédice de água elevado , cerca de 555.6 mm /ano , e isso impede o crescimento da vegetação .

A vegetação é um recurso muito importante porque entre outras funções , protege o solo contra a erosão através da intercepção da chuva e a redução da

---

<sup>14</sup> Conceito retirado da obra World Resources 1986 , p.46.



velocidade do escoamento bem como diminuição da velocidade do vento (Morgan, 1986, p.1).

A actividade agro-pecuária também afecta directamente os solos da região. O impacto sobre os solos está estritamente ligado com a utilização intensiva do mesmo na produção, uma vez que com a construção da barragem no local, criou-se um grande incentivo pois ela passou a constituir um bom atrativo a produção, sobretudo agrícola.

A agricultura praticada é acompanhada pelo uso de fertilizantes e pesticidas no caso do sector empresarial. Estes adubos e pesticidas são importados dos países vizinhos e na maior parte dos casos não são sujeitos a controle rigoroso pelas entidades da saúde (DNA, 1994, p.2).

Os fertilizantes mais aplicados contêm nitrogênio, fósforo e potássio que podem penetrar na albufeira e também nas áreas adjacentes a mesma através da escorrência superficial no solo sobretudo depois de períodos chuvosos (Hutton et al, 1993, p.28).

Um outro aspecto em ter em conta na contaminação da água em pesticidas é o tipo de agricultura praticado na Suazilândia, donde provém o rio. Nesse país, a agricultura comercial a larga escala faz o uso de fertilizantes e outros produtos agro-químicos que podem atingir as correntes de água que drenam essas áreas (Chonguiça, 1995, p.160). Ao atingir essas correntes de água acabam por ser transportadas até albufeira dos Pequenos Libombos, onde ficam concretados.

A expansão das áreas irrigadas ao longo da jusante da barragem dos pequenos libombos prevista representará uma intensificação na utilização do solo em toda a região.

## 2 - Impacto da barragem dos Pequenos Libombos na Qualidade da Água da jusante do rio Umbelúzi

A análise que se segue baseia-se nos dados laboratoriais efectuados na Estação de Tratamento de Água de Umbelúzi que se localiza na área a jusante da barragem dos Pequenos Libombos. Pretende-se com esta análise medir o impacto desta barragem na composição física, química e bacteriológica da água à jusante do rio umbelúzi.

A base da análise que se segue foi a aplicação do método estatístico usado para efectuar os cálculos julgados necessários para este trabalho, a partir dos dados das análises física, química e bacteriológica recolhidos no Laboratório da empresa Água de Maputo referente a estação de Tratamento de Água do Umbelúzi<sup>15</sup>.

A escolha dos quatro parâmetros que constam nas tabelas que seguem relaciona-se com o facto dos mesmos constituírem o ponto central da análise dos outros, através da interligação que existe entre eles.

As tabelas apresentadas em seguida ilustram essa informação<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Há mais parâmetros que são analisados no laboratório. Para este trabalho foram apenas seleccionados alguns parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos mais importantes. Em anexo, na tabela 15 são apresentados os outros dados que não foram usados no trabalho mas que fazem parte da investigação.

<sup>16</sup> A tabela 14 em anexo contém os dados mais detalhados.

**Tabela 11 : Médias parciais e Globais dos parâmetros seleccionados**

Parâmetros	1980-1987	1988-1995	Média global
Turv. (em NTU)	10.9	1.6	6.3
pH	7.4	7.6	7.5
C. E. (em $\mu\text{s/cm}$ )	321.2	480.1	400.6
M. O. (em mg/l)	1.9	2.5	2.2

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho

Da análise a tabela 11 conclui-se o seguinte:

- A média do pH permaneceu relativamente estável ao longo dos dois períodos, isto quer dizer que o pH sofreu pequenas oscilações.

- A média da turvação é aquela que registou um comportamento inverso em comparação com as outras médias, isto é, baixou drasticamente após a entrada em funcionamento da barragem.

- A condutividade eléctrica é que teve uma subida notória na média de 321.2 a 480.1, precisamente depois de 1987.

**Tabela 12 : Desvios padrões parciais e Globais dos parâmetros seleccionados**

Parâmetros	1980-1987	1988-1995	Média global
Turv. (em NTU)	4.6	8.04	6.6
pH	0.13	0.14	0.19
C. E. (em $\mu\text{s/cm}$ )	71.3	78.9	106.4
M. O. (em mg/l)	0.42	0.45	0.6

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho

Analisando a tabela 12 conclui-se que o desvio padrão teve um crescimento directamente ligado as médias. Portanto, observa-se que onde a média registou uma mudança acentuada o desvio padrão também teve essa mudança como é o caso da condutividade eléctrica. Apenas o desvio padrão da turvação valor elevado 8.04 no segundo período embora tenha havido um abaixamento significativo da média.

**Tabela 13 : Coeficientes de variação parciais e Globais dos parâmetros seleccionados**

Parâmetros	1980-1987	1988-1995	Média global
Turv. (em NTU)	0.605	2.706	1.039
pH	0.017	0.164	0.266
C. E. (em $\mu\text{s/cm}$ )	0.222	0.164	0.266
M. O. (em mg/l)	0.221	0.018	0.272

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho

Fazendo uma análise a tabela 13 , verifica-se que coeficiente de variação registou uma variação irregular apenas na turvação , uma vez que teve um valor bastante alto no período posterior a 1987 devido a descida brusca da média neste mesmo intervalo de tempo.

Para os outros parâmetros a variação foi diferente. No caso do pH , o coeficiente de variação foi regular mas para a condutividade eléctrica e a matéria orgânica flutuou ligeiramente.

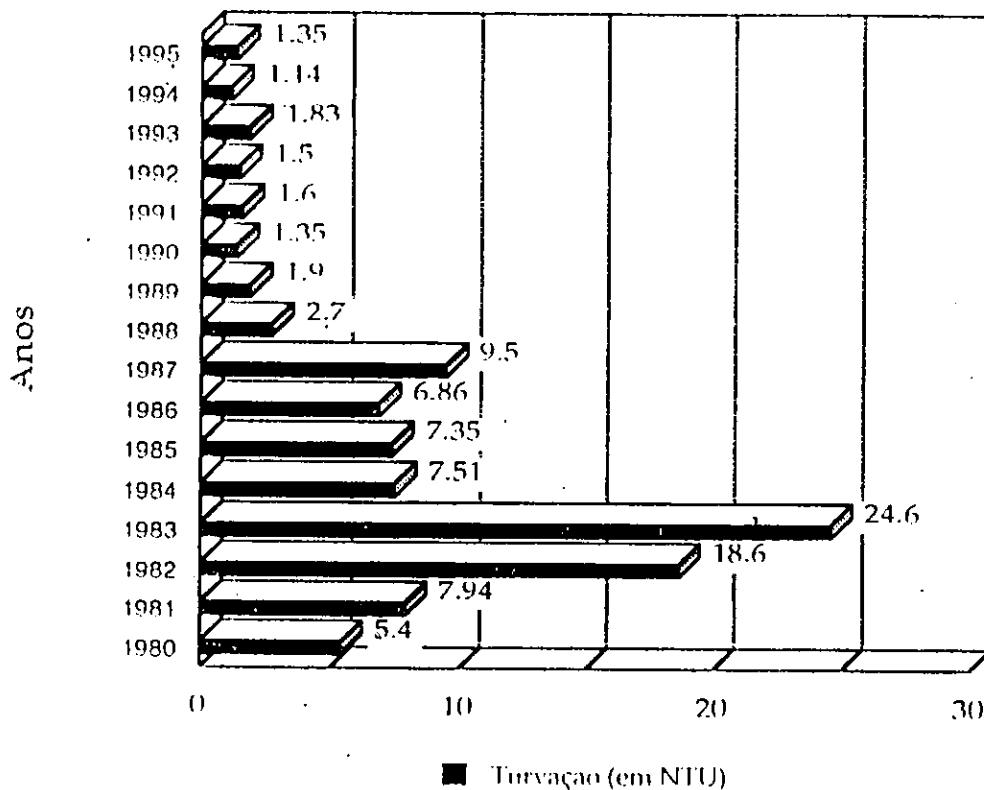
Duma maneira geral , observando os resultados das tabelas 11 , 12 e 13 nota-se que há variações diferenciadas entre os parâmetros escolhidos para serem analisados neste trabalho. As razões que explicam estas variações em cada um dos parâmetros são diversas , pois há factores que podem ser apontados como sendo os

que directamente influem nelas mas cujo o denominador comum é a barragem .  
Analisando cada um dos parâmetros conclui-se o seguinte:

### 2.1 - Turvação

A turvação registou no período anterior uma ligeira diminuição ligeira em cerca de 25% na média após a entrada em funcionamento da barragem. A razão principal dessa diminuição comparativamente ao período anterior a 1987 , relaciona-se com a retenção da água na albufeira e a consequente deposição dos sedimentos transportados pelo rio bem como a relativa diminuição da precipitação na zona no período de 1987 a 1995 ( vide o gráfico 3). O pico de 24.6 ntu verificado em 1983 , deveu-se a precipitação muito elevada ocorrida em Novembro e Dezembro desse mesmo ano.

Gráfico 3: Turvação Rio Umbelúzi  
Estação de Tratamento de Água  
Distrito de Boane



A turvação é maior quando há uma precipitação muito elevada que provoca o aumento do caudal do rio e o arrastamento de materiais sólidos ao longo das margens para o interior do canal.

A turvação embora tenha baixado de concentração na área a jusante da barragem ela poderá trazer impactos negativos na albufeira nomeadamente a sedimentação, a diminuição da profundidade do reservatório e a diminuição da infiltração dos raios solares que contribuem para a produção do fitoplacton, importante no desenvolvimento da vida animal na albufeira. A diminuição da turvação na área à jusante da barragem, irá reduzir a quantidade de sedimentos que são depositados no solos aluvionares do local e ainda a quantidade de nutrientes para os seres aquáticos como é o caso dos peixes.

Contudo, a redução da turvação à jusante da barragem, representa um grande benefício a Estação de Tratamento de Água do Umbelúzi porque a água passou a conter menor quantidade de sedimentos o que veio facilitar em parte o seu tratamento.

## 2.2 - pH

O pH representa a actividade do íon de hidrogénio livre não ligado com carbonatos ou outras bases<sup>17</sup>.

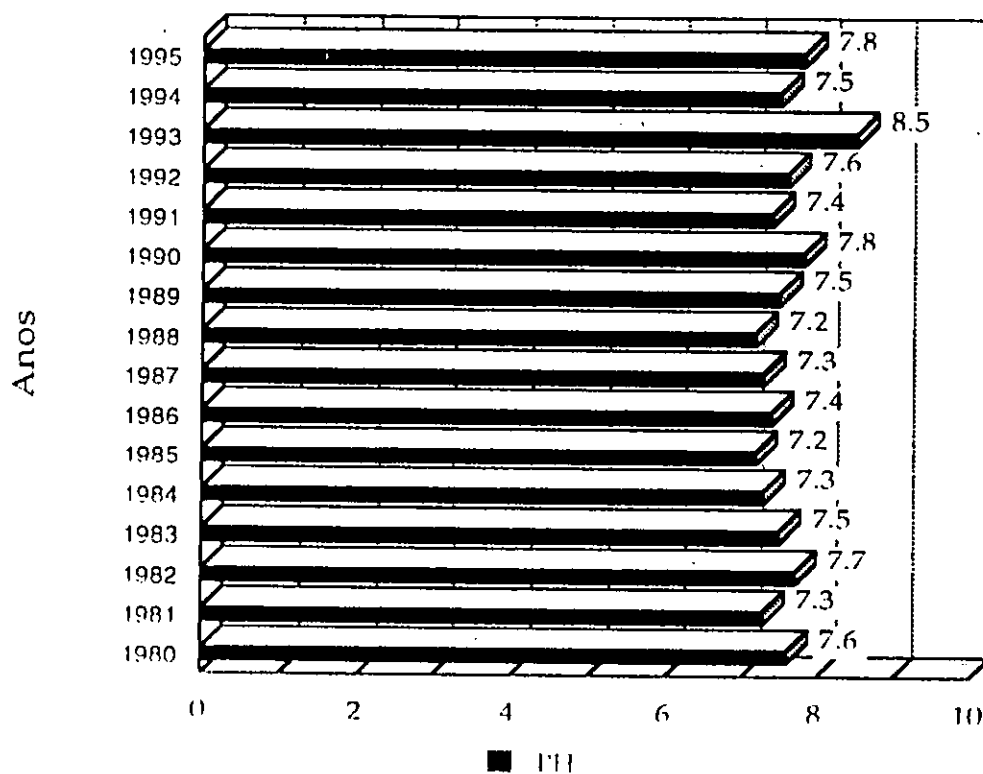
O pH registou ao longo do período em análise algumas oscilações ligeiras na média. Esta ligeira variação é comprovada pela coeficiente de variação que é menor o

---

<sup>17</sup> Conceito retirado das Normas OMS sobre a Água Potável, apêndice III, 1982

que mostra uma certa estabilidade do pH ao longo dos 16 anos (vide o gráfico 4).

Gráfico 4: PH - Rio Umbelúzi  
Estação de Tratamento de Água  
Distrito de Boane



Fazendo uma comparação dos dois períodos parciais verifica-se que após a entrada em funcionamento da barragem , o pH subiu apenas em 0.2 na sua média , o que representa 2.6% mais que o período anterior.

Em águas naturais a concentração do pH varia na maioria dos casos entre 4 e 9 e o da água potável entre 7 e 7.5 . Um pH menor que 6 indica acidez excessiva e pode provocar corrosão das tubagens , gosto desagradável e irritação no organismo.

O pH tem uma estreita relação com a alcalinidade. Um pH inferior a 4.5 - 5 indica ausência de qualquer alcalinidade. Se o pH estiver compreendido entre 5 - 8.2

indica que a água não contém carbonatos nem hidróxidos e a alcalinidade é inteiramente devido aos bicarbonatos . E se o pH for superior a 8.2 significa que há presença de carbonatos , isto é , a alcalinidade a fenolftaleína. A partir destas indicações conclui-se que a água do rio umbelúzi tem uma baixa alcalinidade e também uma baixa acidez .

Não obstante as ligeiras flutuações do valor do pH , a sua média continua dentro dos limites admissíveis pela Organização Mundial da Saúde para o consumo público que varia de 6.5 - 9.1 (vide a tabela 16 em anexo).

### 2.3 - Condutividade Eléctrica

A condutividade eléctrica mede a capacidade que uma solução tem para transmitir uma corrente eléctrica e depende da temperatura e da concentração total de substâncias iónicas dissolvidas. A condutividade dá uma indicação do conteúdo salino , e é comparável a medição do teor em sólidos dissolvidos<sup>18</sup>.

A condutividade eléctrica registou uma subida em fases ao longo dos dois períodos. Entre 1980 a 1983 teve uma estabilidade na média mas que a partir desse ano até 1987 subiu lentamente Entre 1988 e 1991 baixou ligeiramente mas em seguida registou uma subida mais rápida comparando com o anterior período.

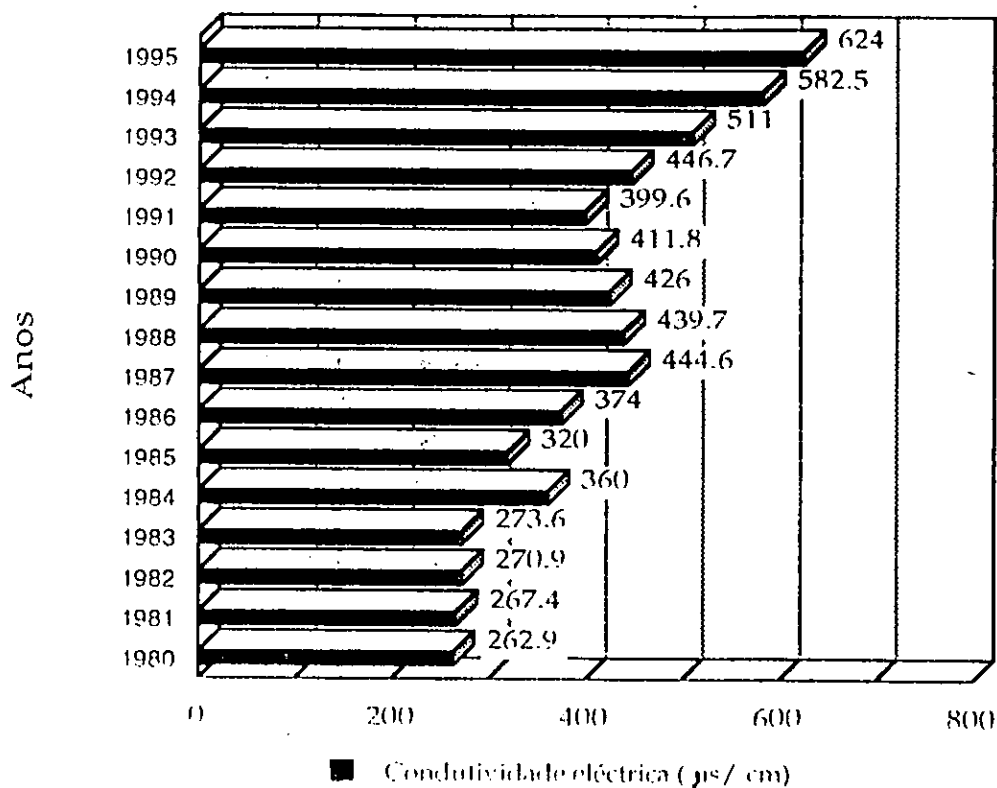
Analisando tanto o desvio padrão como o coeficiente de variação nota-se que o período posterior a 1987 é que teve a maior variação (vide o gráfico 5).

---

<sup>18</sup> Conceito retirado das Normas da OMS sobre a Água Potável , apêndice III, 1982



Gráfico 5: Condutividade Eléctrica Rio Umbelúzi  
Estação de Tratamento de Água  
Distrito de Boane



A subida da condutividade eléctrica situou-se em 39.6% em comparação com a fase antecedente ao funcionamento da barragem.

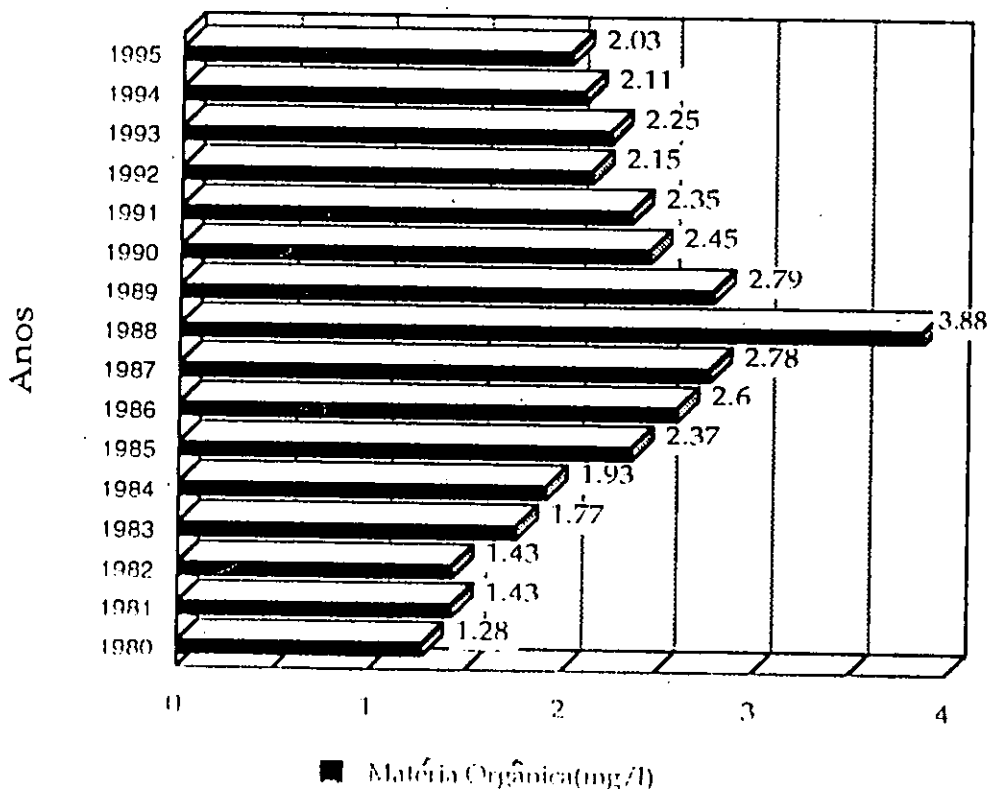
As razões para esta maior variação da condutividade eléctrica a partir de 1987 deve-se ao gradual aumento intrusão marinha que se verifica na área a jusante da barragem como resposta a redução do caudal na foz do rio e também pela intrusão de sais provenientes de compostos químicos contidos em fertilizantes bem como pela irregularidade da precipitação. Isto quer dizer que apesar de haver um caudal mínimo para reduzir a intrusão salina, o mesmo apresenta-se insuficiente para impedir esta situação pois há muitas perdas ao longo do rio quer por evaporação e por outras explorações.

Esta intrusão não só tem efeitos no conteúdo salino da água como também paulatinamente terá efeitos negativos nos solos da região uma vez que esta água e utilizada na rega e conseqüentemente a salinização dos mesmos.

#### 2.4 - Matéria Orgânica

A matéria orgânica teve uma subida ligeira até 1988, ano em que atingiu o seu ponto máximo. No segundo período baixou ligeiramente tendo actualmente uma tendência a estabilizar embora possa vir a registar um crescimento (vide gráfico 6).

Gráfico 6: Matéria Orgânica Rio Umbelúzi  
Estação de Tratamento de Água  
Distrito de Boane



O aumento da concentração da matéria orgânica está relacionado com o aumento da concentração de amónio, nitrito e nitratos nas águas da albufeira da

barragem dos Pequenos Libombos. A presença deste compostos químicos deve-se fundamentalmente a contaminação biológica a partir de animais mortos e também da vegetação em decomposição após ter ficado submersa com o enchimento da albufeira.

A presença do amónio , por exemplo , indica uma contaminação biológica recente de matéria orgânica libertada em decomposição e oxidada geralmente por bactérias aeróbicas. Por sua vez , a presença de nitrito revela uma contaminação orgânica relativamente recente enquanto que o nitrato indica uma contaminação orgânica prolongada<sup>19</sup>.

O aumento da matéria orgânica está relacionado também com o fenómeno da eutroficação que se verifica no interior da albufeira devido a concentração elevada de nutrientes provenientes do nitrogénio e fósforo que contribuem para o o aumento da produtividade de plantas aquáticas (Hutton ,et al., 1993 , p.36). O nitrogénio e fósforo atrás mencionados provém dos fertilizantes e pesticidas aplicados na agricultura sobretudo empresarial das áreas adjacentes a albufeira.

Contudo o nível de concentração da matéria orgânica na água do umbelúzi continua baixo tendo em conta que o limite aceitável na água potável de 2.5 mg/l.

## 2.5 - Indicadores da Bacteriologia

Os indicadores da bacteriologia como são os casos da contaminação em colibacilos e os bacilos coliformes<sup>20</sup> apresentam uma concentração quase nula a muita baixa ao longo do periodo em análise.

---

<sup>19</sup> Conceito retirado das Normas da OMS sobre a Água Potável, apêndice III , 1982

<sup>20</sup> Idem , 1982.

O indicador que no período em análise mostrou primeiro uma estagnação mas que tende ligeiramente a subir é o da contaminação em coliformes fecais. Embora não haja uma explicação clara a essa situação , tudo aponta para proximidade da população junto ao rio com sendo uma das razões para tal. A outra razão que poderá no futuro elevar a contaminação em **coliformes fecais** é provável aumento do gado bovino com o programa do fomento pecuário no sector familiar que poderá ser pastado em direção ao rio durante o período de escassez de água depositando aí as fezes que com o aparecimento de grandes chuvas será arrastado ao rio.

No computo geral , a qualidade da água é boa para o consumo público uma vez que a concentração dos compostos químicos apesar de estar a registar subidas lentas ainda não ultrapassou os limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em relação a água potável. Não obstante a esse pormenor, os cuidados laboratoriais ao longo dos anos vão sendo maiores e isso reflecte-se no seu preço de consumo público que está se tornando elevado.

Com a sua utilização a água deteriora-se .A deterioração da água pode vir a transformar-se num problema sócio-económico dos mais graves e urgentes do nosso tempo.

## CAPÍTULO V - DESFECHO

### 1 - Conclusões

Com base neste trabalho de diploma intitulado o Impacto da Barragem dos Pequenos Libombos nos Recursos Naturais do Distrito de Boane , cujos os objectivos eram comparar a situação dos recursos naturais nomeadamente a água , o solo e a vegetação no período anterior à construção da barragem e no período pós-construção, avaliar o impacto do nível actual do caudal médio e inferior do rio umbelúzi a partir das descargas provenientes da barragem e ainda , analisar as particularidades físico-geográficas que concorrem nas mudanças do meio ambiente natural ao longo da área de estudo , chegou-se as seguintes conclusões:

*Do Libombos (em)*  
i - A barragem dos Pequenos Libombos trouxe numa maneira geral uma nova dinâmica na exploração dos recursos naturais do distrito em geral e da área à jusante em particular.

*e sust* ii - A qualidade da água mudou devido ao aumento da concentração de sedimentos no interior da albufeira bem como a elevada concentração de compostos químicos , como por exemplo , nitratos , nitritos e fosfatos provenientes dos fertilizantes e pesticidas que são aplicados na agricultura das áreas adjacentes a albufeira, em particular pelo sector empresarial . Para além deste aspecto , a intrusão marinha elevou a quantidade de sais dissolvidos na água da área à jusante da barragem devido a redução do caudal de água doce, facto esse que é confirmado pela subida do valor da média da condutividade eléctrica em 39.6 % no período entre 1988-1995.

iii - A carga de sedimentos reduziu consideravelmente ao longo da jusante da barragem logo após a entrada em funcionamento desta , o que pode ser observado pela redução da média da turvação em 25.4 % durante o segundo período como resultado da retenção da água na albufeira. Esse problema veio afectar os solos aluvionares que recebiam uma certa quantidade de limo durante os períodos chuvosos e conseqüentemente a diminuição da sua fertilidade , o que veio incentivar o uso de adubos químicos que para além de serem onerosos alguns deles provocam a contaminação dos mesmos e também do lençol freático através da infiltração das águas.

A redução da turvação após a entrada em funcionamento da barragem trouxe benefícios a Estação de Tratamento de Água pois a ter menos sedimentos e boa claridade.

iv - A elevada concentração de nitritos nas águas captadas a partir dos furos efectuados pela GEOMOC em algumas áreas do distrito , faz suspeitar que os compostos químicos contidos em alguns dos fertilizantes aplicados na agricultura estão a contaminar as águas subterrâneas da região agravando ainda mais a sua qualidade , que já se apresentava imprópria ao consumo público devido a elevada quantidade de minerais dissolvidos que ultrapassa os limites recomendados pela OMS.

v - A quantidade dos indicadores bacteriológicos contidos na água permanece baixa embora tenha registado uma ligeira subida (em números não especificados) no período dde 1987-1995. Contudo , esses mesmos indicadores poderão resgitar nos próximos anos níveis elevados , se de facto o programa do repovoamento pecuário

levado a cabo em algumas áreas rurais do país e em Boane em particular foi efectivado, porque desta maneira o gado vai aumentar e mais coliformes fecais serão depositados na região sobretudo em pequenas lagoas e riachos que secam durante a estação fresca mas na estação das chuvas transportarão esse material ao rio principal, contaminando deste modo a água.

vi - A acção do gado irá fazer-se sentir por um lado na vegetação, sobretudo herbácea, e no solo porque com o aumento previsível do gado bovino, a capacidade de carga do solo será posta em causa e o sobrepastoreio provocará o consumo excessivo da vegetação que é responsável pela protecção do solo contra a erosão. Por outro lado, a compactação do solo, dificultará a germinação das plantas, o que significará maior risco da erosão do solo.

vii - O abate da vegetação teve o seu incremento com a entrada em funcionamento da barragem dos Pequenos Libombos como resultado da abertura de novas áreas agrícolas devido ao alargamento do sistema do regadio instalado na região e também ao afluxo da população nas áreas arredores da jusante da barragem. Esse aspecto é bem patente nas imagens de satélite SPOT da área de estudo em que são salientes as áreas parceladas. Para além do abate para a abertura de novas áreas agrícolas, a vegetação sofreu ainda outra destruição pela população das áreas a redor da barragem para ser usada na construção de casas e como combustível lenhoso.

viii - O distrito de Boane possui particularidades físico-geográficas que constituem um bom atrativo para a prática de actividades agropecuárias nomeadamente a planície aluvionar, a existência de uma rede hidrográfica extensa e ainda o clima tropical seco de estepe que favorece a criação de gado.

Para além disso, o distrito localiza-se muito próximo das cidades de Maputo e Matola e a instalação da barragem dos pequenos Libombos atraiu os investidores devido a possibilidade de usufruir das suas águas para o desenvolvimento das suas actividades.



## 2 - Bibliografia

- 1- AFONSO , R.S. ; A Geologia de Moçambique , Notícia explicativa da carta geológica de Moçambique 1:2000000 , Maputo ,1962 .
- 2 - ALMEIDA , A. Antunes ; Monografia Agrícola de Massinga ; Lisboa , Junta de Investigação do Ultramar , 1959.
- 3 - ASSUNÇÃO at al .; Petrologia das Lavas dos Libombos , Lisboa, Junta de Investigação do Ultramar , 1962 .
- 4 - AZEVEDO , Ário L.; O clima de Moçambique e Agricultura; Lourenço Marques , Série Climatológica , 1947.
- 5 - BOLÉO, José O.; Geografia Física de Moçambique (esboço geográfico), Lisboa, Sintra gráfica , 1950 .
- 6 - CHONGUIÇA, Ebenizário; Environmental Impact Assessment of the Pequenos Libombos Dam in Southern Mozambique ; an Evaluation of Methods for Terrain analysis , Sediment transport and Reservoir sedimentation in EIA Framework ; Sweden , Uppsala University ,1995.
- 7 - CLARK , Audrey; Longman Dictionary Of Geography ; London , Logman Edition , 1985.
- 8 - Departamento de Geografia(UEM); Imagem Satélite da Região do Baixo Umbelúzi - SPOT PAN a escala 1:50 000 , 1986.

9 - Departamento de Geografia(UEM); Imagem Satélite da Região do Umbelúzi - Landsat 5 TM , escala 1:100 000 , 1991.

10- Departamento de Geografia(UEM); Imagem Satélite dos Pequenos Libombos - SPOT 2 XS , escala 1: 25 000 , 1993.

11 - Departamento de Geografia(UEM); Imagem Satélite do Rio Umbelúzi - SPOT 2 XS , escala 1:100 000 , 1993.

12 - Dicionário de Ecologia e Meio Ambiente ; Porto , Lello & Irmãos Editores, 1987.

13 - Direcção Provincial de Agricultura ; Relatório da Campanha Agrícola 1990-1991 .

14- Direcção Nacional de Águas ; Pesquisa das Características da Água do Rio Umbelúzi, Maputo , Secção da Qualidade de Água , Relatório nº 51/94 , 1994.

15- Direcção Nacional de Geografia e Cadastro ; Divisão Administrativa de Moçambique ; Maputo , 1986.

16- Direcção Nacional da Saúde ; Normas da Organização Mundial da Saúde sobre a Água Potável , Apêndice III , 1982.

17- DYKSHOORN , J. e TIQUE ,C.; Levantamento Detalhado de Solos da Área de Massaca I e II - Boane ; Maputo , INIA/DTA , Comunicação nº71 , 1993.

18 - Enciclopédia Geográfica ; Londres/ Lisboa , Selecções Reader's Digest , 1988.

19 - FERREIRA , H.; Climatologia Dinamica da Africa Meridional ; Lourenco Marques , Servico Metereologico Nacional , 1965.

20 - GEOMOC ; Relatório Técnico nº 1 Capatação de Água na Área de Movene , Maputo ,1982.

21 - GEOMOC ; Relatório Técnico (sem nº indicado) - Captação de Água na área de Boane , Maputo , 1982.

22 - GEOMOC ; Relatótio Técnico nº 198/84 do furo 14/RA5/84 do Umbelúzi , Maputo , 1984.

23 - GEOMOC ; Relatório Técnico nº119/86 do furo 16/RA7/86 do Instituto Pedagógico do Umbelúzi, 1986.

24 - GEOMOC ; Relatório Técnico nº 48/90 do furo 19/RA7/90 de Massaca II , Maputo , 1990.

25 - GEORGE , Pierre ; O Meio Ambiente ; Porto , Edições 70 , 1984.

26- GODINHO, Victorino M.; Panorama da Geografia ; Lisboa , editora Cosmos, volume I , 1953.

27 - GODINHO , Victorino M.; Panorama da Geografia ; Lisboa , editora Cosmos , volume II , 1954.

28 - GONÇALVES , Carlos A. ; O clima da Província de Moçambique: características do regime de precipitação na região a sul do save; Lourenço Marques , Serviço Meteorológico de Moçambique , 1972.

29 - GOMES e SOUSA ; Dendrologia de Moçambique ; Lourenço Marques , Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique , volume II , Série Memórias nº 1 , 1967.

30 - GREGORY , S. ; Statistical Methods and Geographer ; London , Longman Group Limited , 3 rd edition , 1973.

31 - GUERREIRO , M.Gomes; A floresta Africana e os Factores Bióticos; Instituto de Investigação Científica de Angola, Luanda , 1966.

32 - GUERREIRO , M. Gomes; Ecologia dos Recursos da Terra ; Lisboa , Comissão Nacional do Ambiente , 2ª edição , 1981.

33 - HATTON at al ; Avaliação do Impacto Ambiental de Práticas Agrícolas em Redor da Barragem dos Pequenos Libombos, Maputo, GAPI ,1993.

34 - HUDSON , Norman ; Soil Conservation ; London , Batsford Limited , 1986.

35 - INAM ; Informação Meteorológica da Estação de Umbelúzi , Maputo , 1995.

36 - INIA ; Legenda da Carta Nacional de Solos( Escala 1:1000 000 ) ; Maputo , Departamento de Terra e Água , comunicação nº 73 ,1995.

37 - IVONTCHICH , P. ; Agricultura da África Tropical ; Moscovo , editora MIR ,1989.

38 - JEUNE AFRIQUE , Grand Atlas du Continent African ; Paris , 1973.

39 - Laboratório da Empresa Água de Maputo ; Relatórios Anuais sobre as Análises Química , Física e Bacteriológica da Água na Estação de Tratamento de Água do Umbelúzi entre 1980 - 1995 ; Maputo , 1996.

40 - MARTINHO, Jacinto P.; Aspectos do Problema Pecuário de Moçambique; Lourenço Marques , Junta do Comércio Externo da Província de Moçambique, 1956.

41 - MORGAN , R.P.; Soil Erosion and Conservation ; New York , D.A. Davidson , 1986.

42 - MOUTAIN , Edgar D.; Geology of Southern Africa; Cape Town , Books of Africa , 1968.

43 - MYRE , Mário ; As Pastagens da Região de Maputo ; Lourenço Marques, Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique , Memórias , 1971.

44 - PEIXOTO , José P. ; A Água no Ambiente , Lisboa , Gabinete de Estudos de Administração do Território , 1989.

45 - PETTERSSON, Anna ; Assessment of Recent Sedimentation in the Pequenos Libombos Reservoir in Mozambique ; Uppsala , Uppsala University and Department of Geography at Eduardo Mondlane University , 1995.

46 - ROCHA FARIA , José e DA MATA , Luís ; Algumas Notas sobre o Clima de Moçambique , Lourenço Marques , Serviço Meteorológico de Moçambique , Memorandum nº 20 , 1965.

47 - ROCHA FARIA , José e GONÇALVES , Carlos; Cartas Isopletas de Valores Médios de Alguns Elementos Climáticos da Classificação de Koppen em Moçambique (por distritos) ; Lourenço Marques , SMM , 1965.

48 - ROCHA FARIA , José ; Condições Climáticas de Moçambique ; Lourenço Marques , SMM , 1968.

49 - SÁ ,A. e MARQUES , M.; Solos da Província de Maputo (Parcial) ; Maputo , INIA , Série Pedológica nº3 , 1976.

50 - SAVENIJE, H.H.G.; Floods and Droughts in Southern Mozambique , DNA , 1984.

51 - SANTOS , Teresa e MANGUE , Tomás; Estimativa das Necessidades de Água de Rega na Bacia Hidrográfica do Rio Umbelúzi ; Maputo , UNDP/PROJ MOZ 020/86 /DNA , Relatório nº 14/91 , 1991.

52 - Serviços Hidráulicos ; Monografia da Bacia do Umbelúzi , Grupo de Trabalho para o Decénio Hidrológico Internacional, 1969.

53 - Serviços Hidráulicos ; Barragem dos Pequenos Libombos , Lourenço Marques , 1968.

54 - Serviços Meteorológicos de Moçambique; Informação Meteorológica sobre a Costa de Moçambique , Maputo , 1987.

55 - SMALL, Jonh and WITHERICK, Michael; A Modern Dictionary of Geography (second edition) , Edward Arnold Editions , 1986

56 - STROMQUIST, Lennart ; Environmental Impact Assessment: Notes on Applied Research ,Uppsala University, UNGI Rapport nº82, 1992

57 - UNDP/FAO ; Estudo Preliminar do Sistema de Produção na Região do Umbelúzi ; Maputo , projecto MOZ 86 /009 , Documento de campo nº3 , 1992.

58 - UNDP/FAO ; Mapa do Documento de Campo sobre o Inventário dos Recursos de Solos e Recursos Climáticos , Projecto MOZ 75/011 , escala 1:200000 1982.

59 - World Resources Institute and International Institute for Environment and Development ; World Resources , New York ,1986.

## **Anexo A - Glossário**

**Albufeira** - lago artificial criado por uma barragem construída numa linha de água.

**Anticiclones** - são definidos por sistema de isóbaras fechadas , envolvendo um centro de altas pressões.

**Associações Vegetais** - agrupamento de vegetais essencialmente caracterizado por uma determinada composição florística , a qual é relativamente constante num a área determinada.

**Barragem** - estrutura que cria uma albufeira ou simplesmente eleva o nível natural da superfície livre da água de um rio.

**Capacidade de Carga** - é o número de pessoas que uma determinada terra pode suportar.

**Clima** - é o conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera e um dado ponto da superfície terrestre.

**Colibacilos e Bacilos Coliformes** - são classificados no mesmo grupo designado **Coliformes Totais** que compreende todas as bactérias com forma de bastonete , aeróbicas e anaeróbicas facultativas , não espirogenos , que provocam em 48 horas a 35 - 37 °C a fermentação de lactose com produção de ácido e gás.

**Coliformes fecais** - são microorganismos com forma de bastonetes , não espirogéneos e provocamem menos de 24 horas a uma temperatura de 44 °C a fermentação da lactose com a produção de um ácido e um gás.

**Contaminação** - transmissão e difusão de um poluente fisico , químico ou biológico a um meio como a atmosfera , as águas , os solos , ou a um ser vivo , frequentemente por intermédio de uma cadeia alimentar .

**Cuesta** - rebordo de um planalto em estrutura sedimentar originada por sobreposição alternada de camadas duras e camadas tenras .

**Depressão térmica** - é definida por um sistema de isóbaras fechadas envolvendo um centro de baixas pressões , originada pelo aquecimento à superfície dos continentes no verão especialmente nas regiões desérticas.

**Elemento do Clima** - é qualquer das propriedades ou condições da atmosfera que em conjunto determinam o estado fisico do tempo ou do clima num dado local para um determinado momento ou período.

**Eutroficação** - é o resultado da poluição ou enriquecimento em nutrientes dis sistemas aquáticos em locais de elevada radiação solar , com o conseqüente aumento exagerado de matéria orgânica e a sua putrefação.



**Evapotranspiração Potencial** - é a perda máxima possível de água , quando o solo se encontra amplamente abastecido de água e revestido duma cultura uniforme de pequena altura.

**Evapotranspiração Real** - corresponde à perda total de água nas condições reais relacionada com características do solo e das plantas.

**Factores Climáticos** - são certas condições físicas dos elementos climáticos que controlam o clima nomeadamente latitude , altitude , distribuição das terras e dos mares , topografia e correntes marítimas.

**Frente Fria** - é uma frente que no seu movimento provoca , num dado local , a substituição duma massa de ar quente por uma massa de ar frio .

**Herbicida** - produto que se destina à destruição das ervas daninhas ou adventícias das culturas.

**Humidade Relativa** - é a relação entre a quantidade do vapor de água existente num dado volume de ar , a uma dada temperatura e a quantidade que conteria se estivesse saturado a essa temperatura.

**Insecticida** - produto destinado a destruir os insectos , quer por simples contacto entre o tegumento e o insecticida , quer após penetração no tubo digestivo (injeção) ou no sistema respiratório (inalação).

**Meio Ambiente** - é sistema de relações muito complexas , de uma grande sensibilidade à variação de um só desses factores , que produz reacções em cadeia.

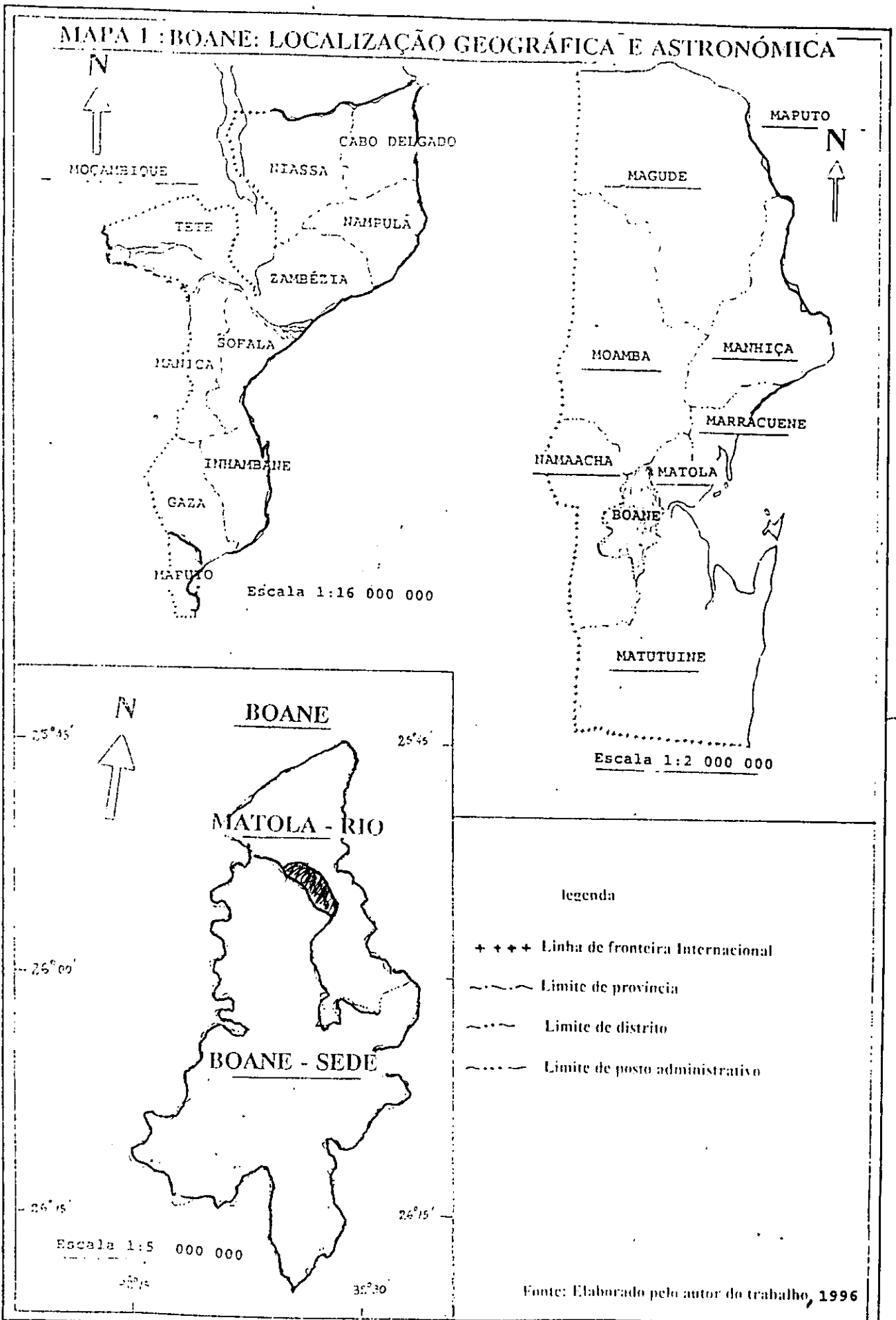
**Pediplanação** - processos cíclicos de evolução do relevo , com o desenvolvimento de formas aplanadas (*pediments* e *pediplanícies*) , por recuo de escarpas , sob condições de climas áridos quentes ou semi-áridos.

**Pesticida** - produto químico utilizado para destruir os inimigos das culturas (bactérias , fungos , insectos , roedores , ervas daninhas , etc.).

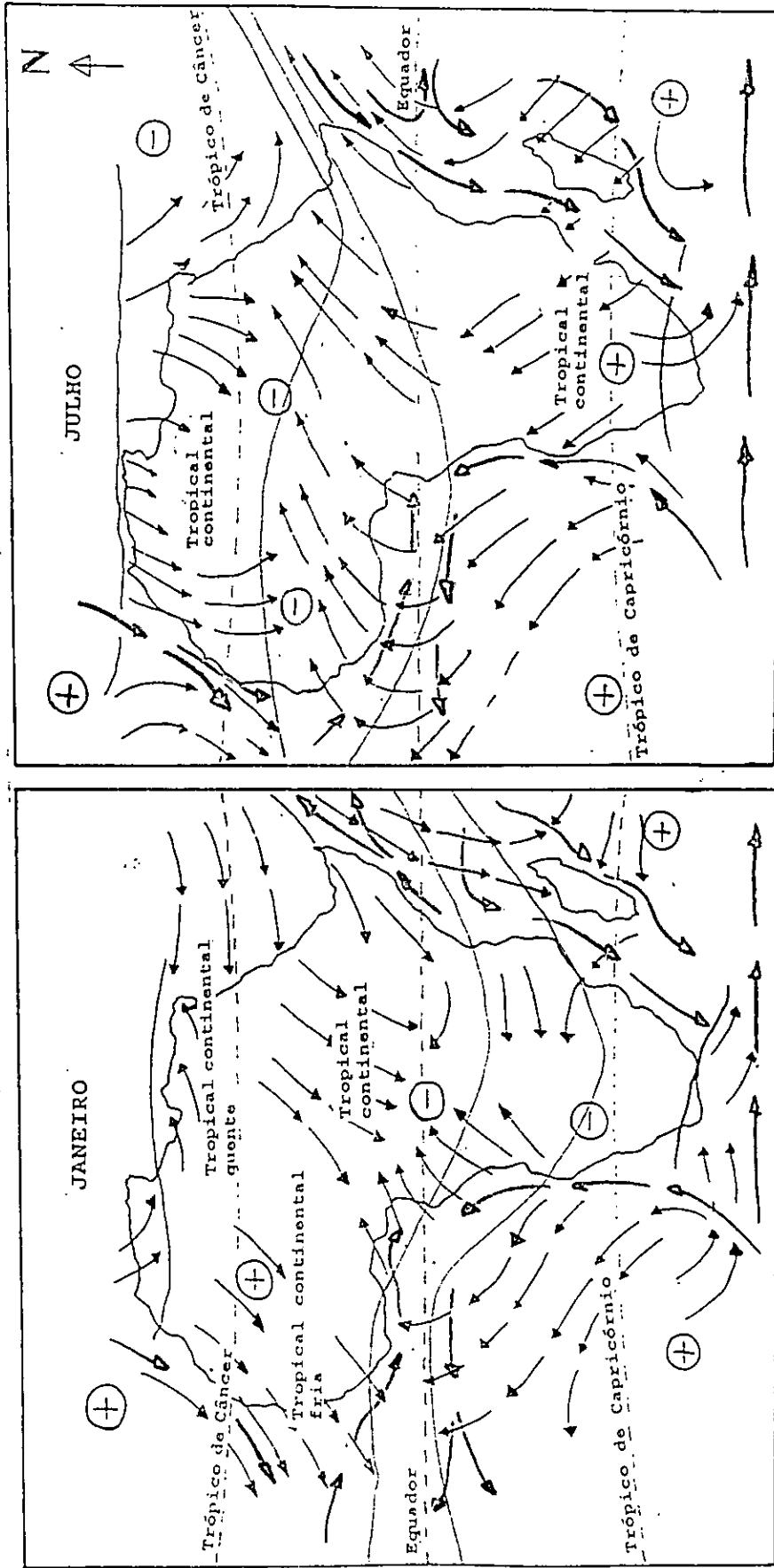
**Recursos Naturais** - são as riquezas fornecidas pela natureza e avaliadas pela sua utilidade ao Homem e que são constituídos por depósitos minerais , fertilidade do solo , madeira , água , fauna marinha , fauna selvagem , etc.

**Anexo B : Mapas**

MAPA 1 : BOANE: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASTRONÓMICA



# MAPA 2: ÁFRICA : VENTOS E CORRENTES MARÍTIMAS



## Legenda

Correntes marítimas:  
 correntes quentes  
 correntes frias

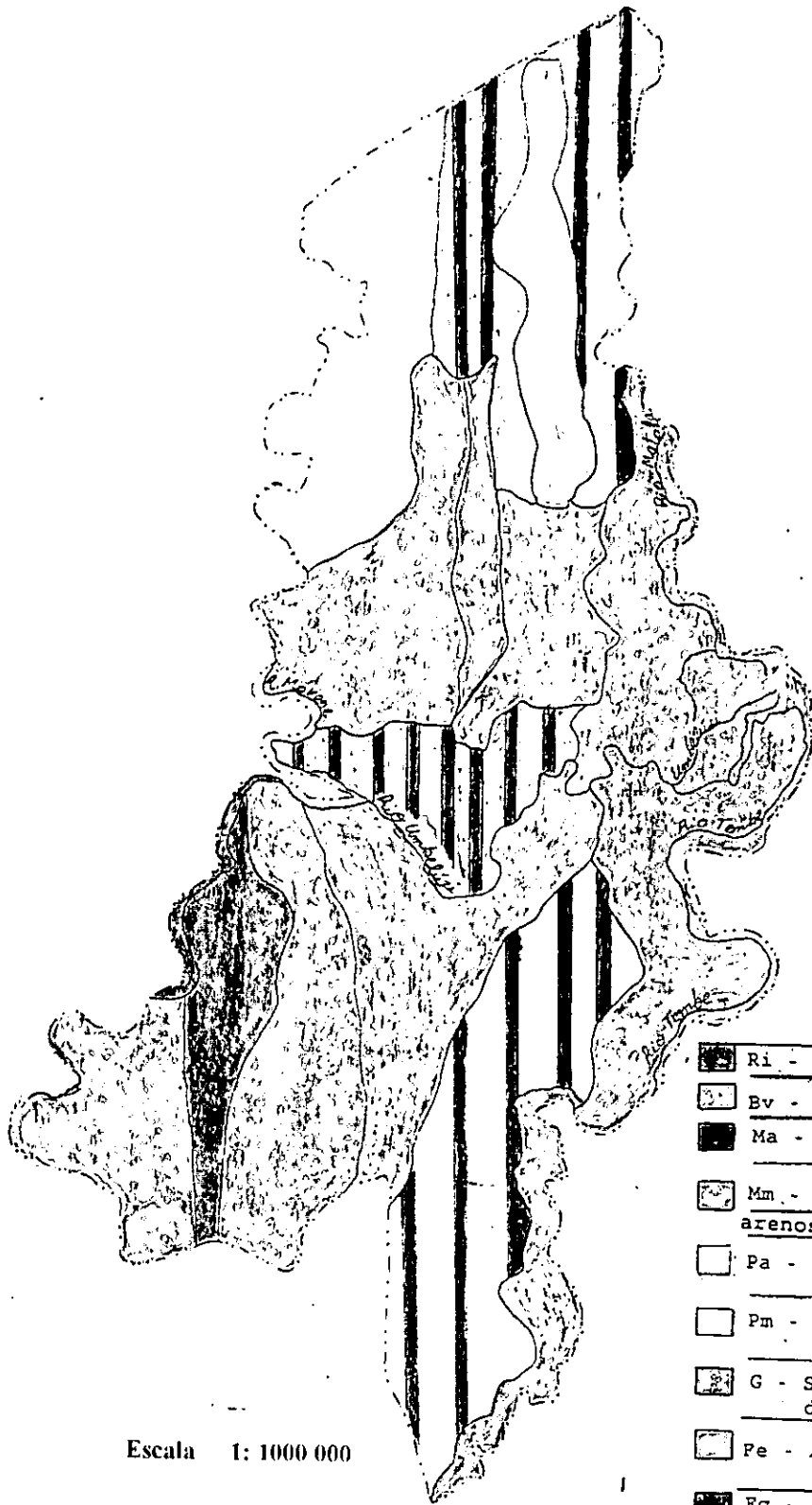
Correntes atmosféricas:  
 ventos dominantes

Massas de ar  
 - Baixas pressões  
 + Altas pressões  
 ☐ Zona de Convergência Intertropical

0 500 1000 2000 km



# MAPA 4 : SOLOS DO DISTRITO DE BOANE



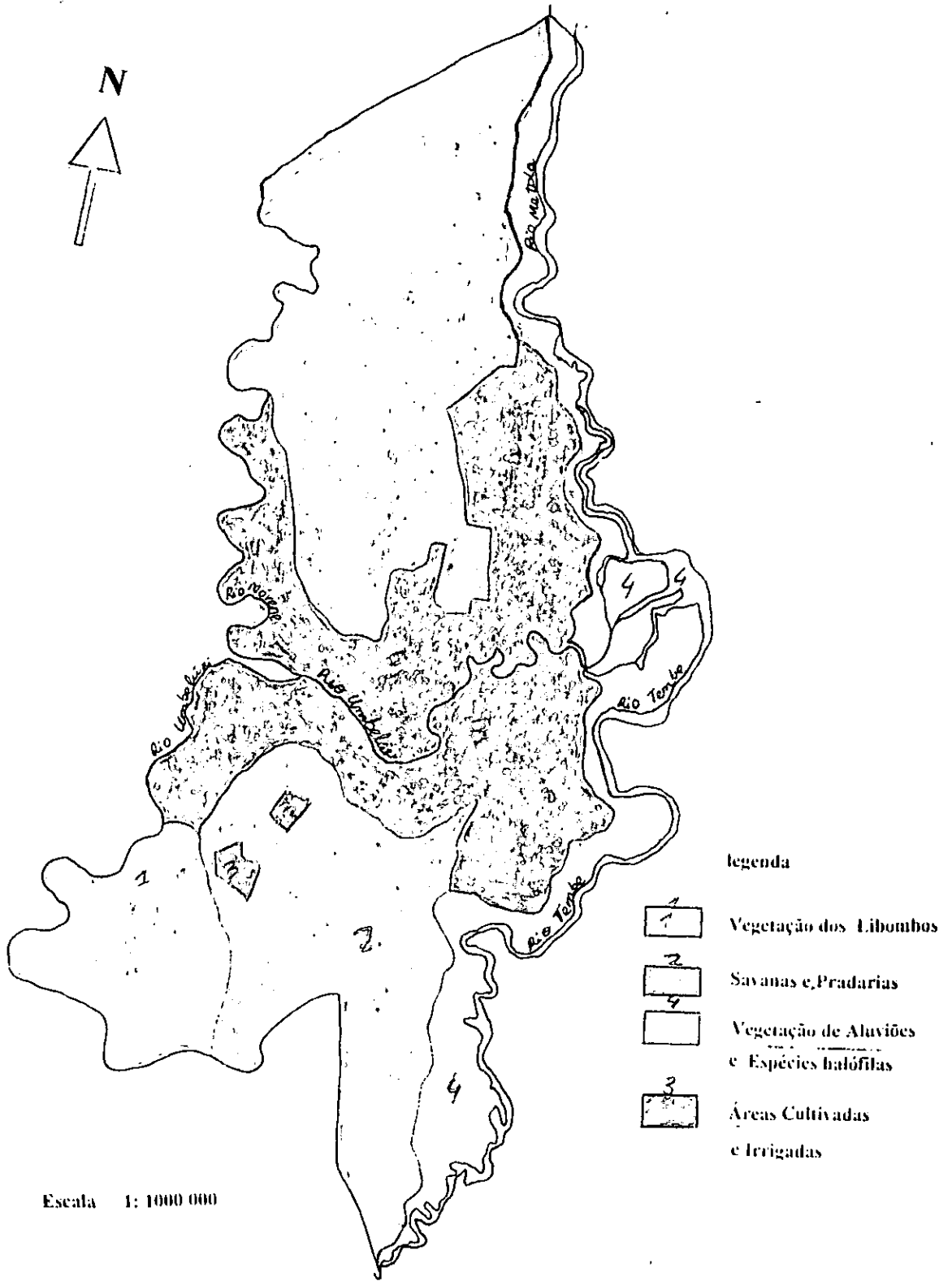
legenda

	Ri - Solos Riolíticos
	Bv - Basaltos vermelhos
	Ma - Mananga c/ cobertura arenosa
	Mm - Mananga c/ cobertura arenosa espessura variável
	Pa - Post-mananga de textura argilosa
	Pm - Post-mananga de textura média
	G - Solos derivados de grés vermelho
	Fe - Aluvionares c/ sedim. marinhos
	Fg - Solos de aluviões argilosos
	Fs - Solos de aluviões estratificados
	Aj - Solos arenosos alaranjados

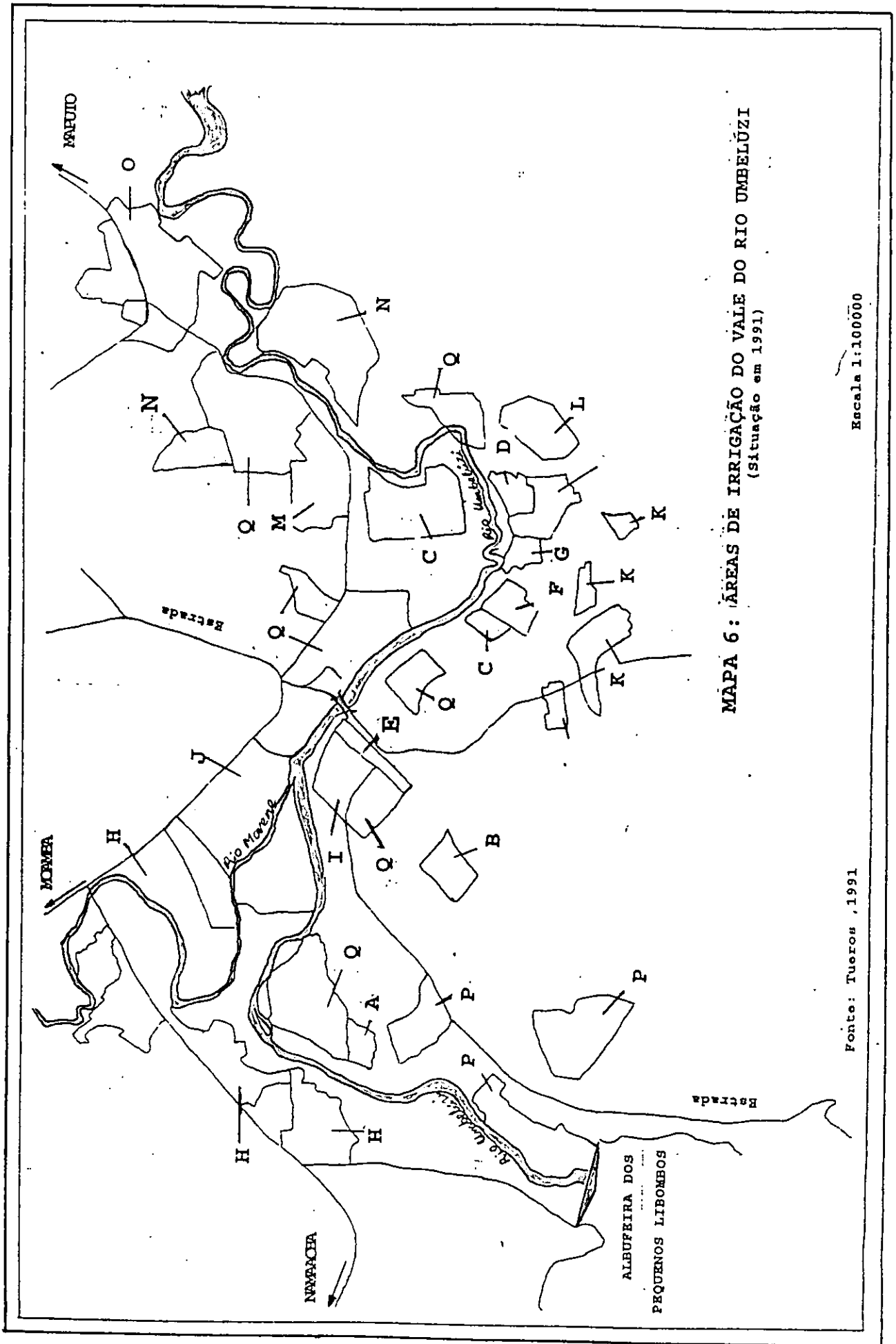
Escala 1: 1000 000

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho a partir da carta de solos da província de Maputo - INIA/DTA, 1996

# MAPA 5: VEGETAÇÃO DO DISTRITO DE BOANE



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho e actualizado com base no mapa das Áreas irrigadas, 1996



MAPA 6: ÁREAS DE IRRIGAÇÃO DO VALE DO RIO UMBELUZI  
(Situação em 1991)

Fonte: Tueros, 1991

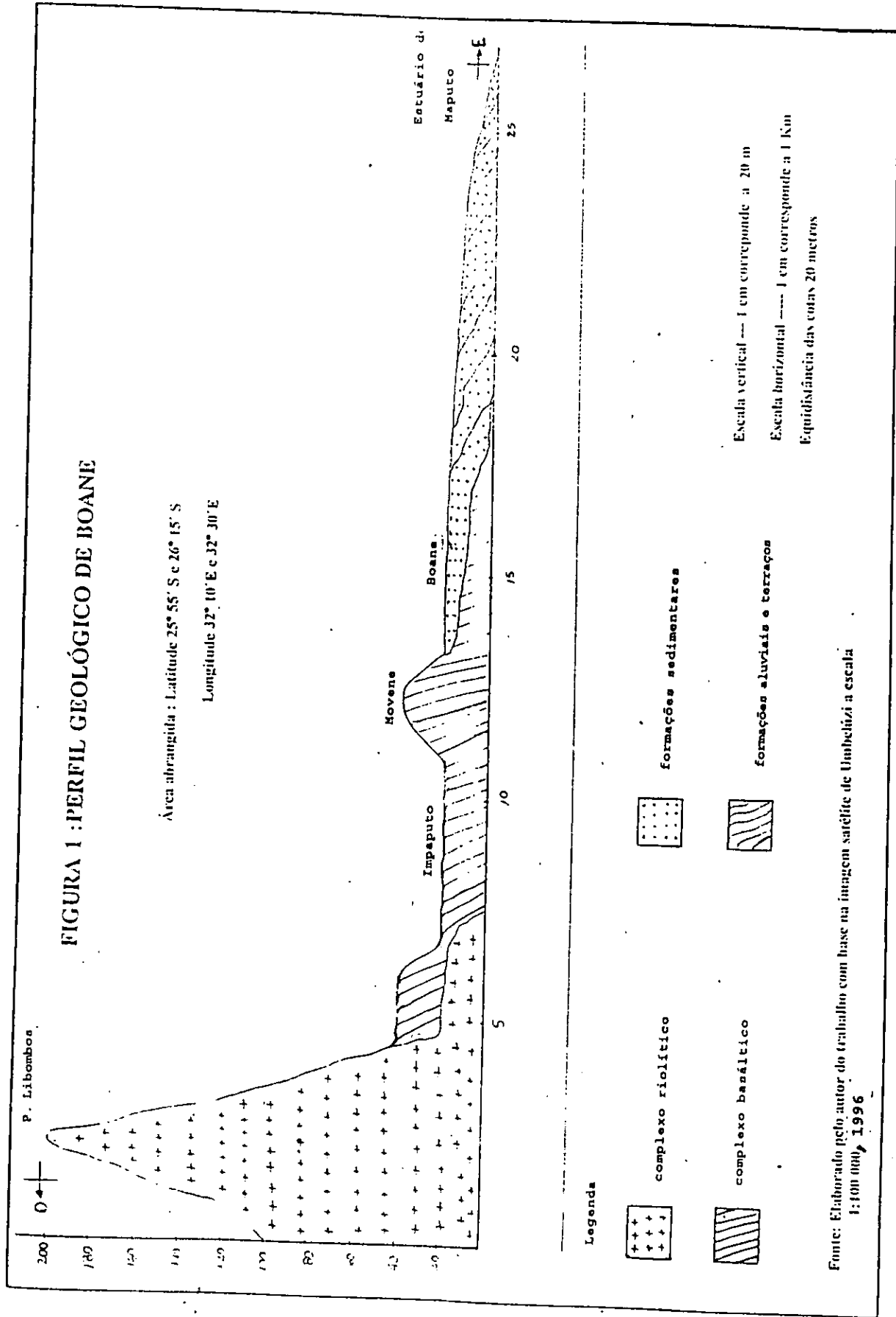
Escala 1:100000



**Anexo C : Figuras**

FIGURA 1 : PERFIL GEOLÓGICO DE BOANE

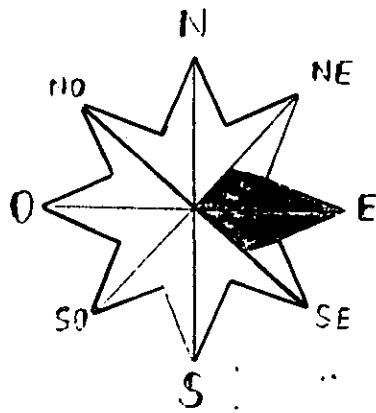
Área abrangida : Latitude 25° 55' S e 26° 15' S  
 Longitude 32° 10' E e 32° 30' E



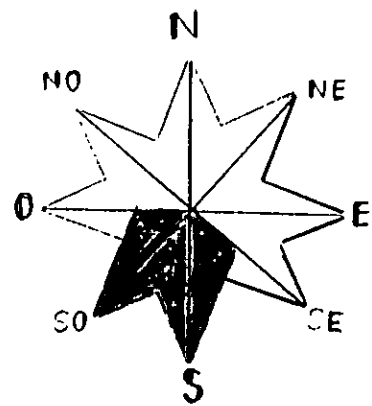
Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base na imagem satélite de Umbelizi a escala 1:100 000, 1996

Figura 2 : Localização das direcções predominantes dos ventos ao longo do ano no Distrito de Boane

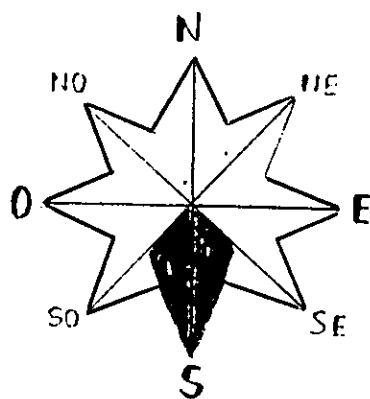
JANEIRO



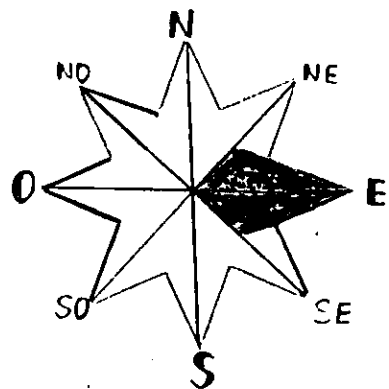
ABRIL



JULHO

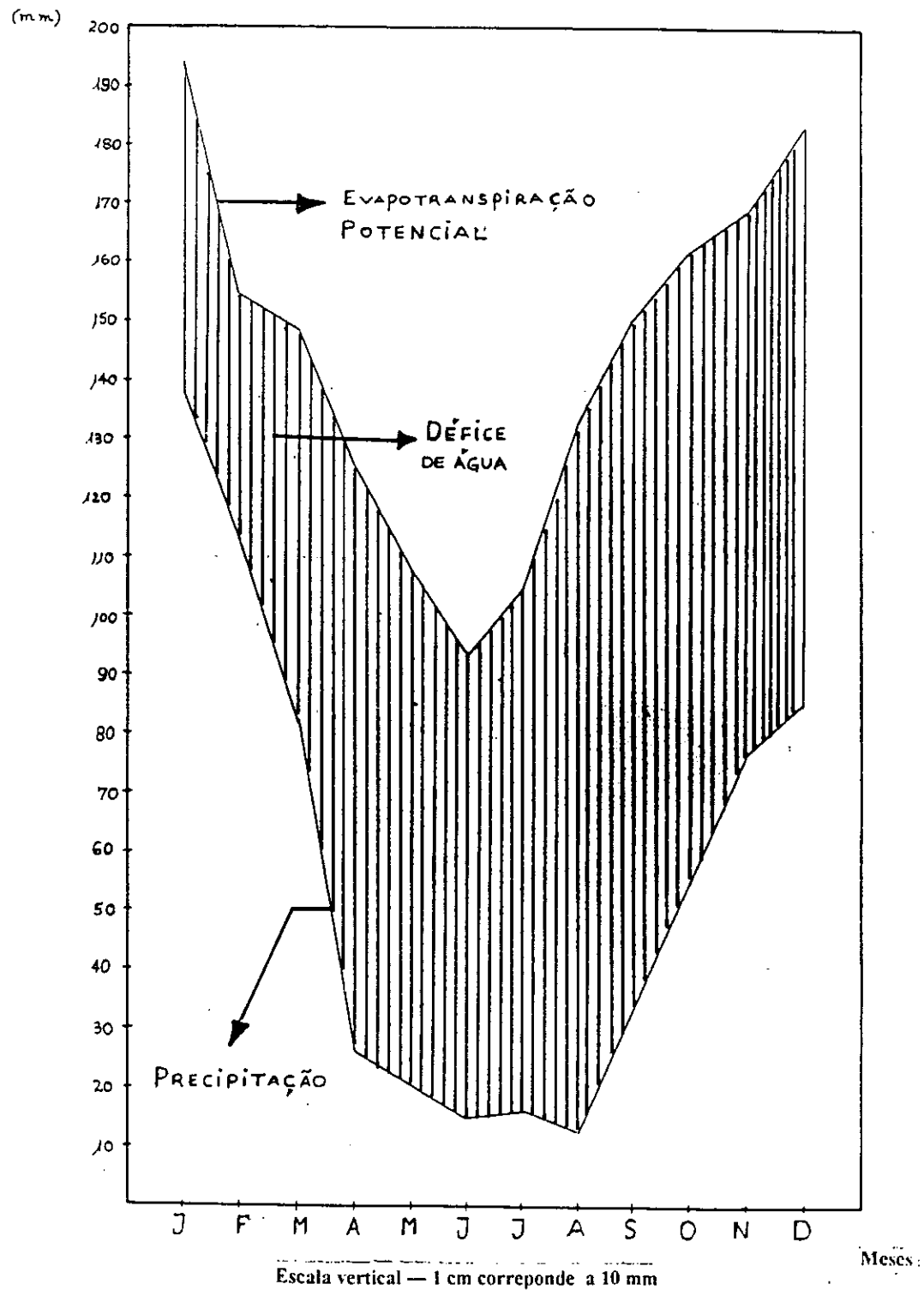


OUTUBRO



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados meteorológicos de Umblelúzi ,1996

Figura 3: BALANÇO HÍDRICO DO DISTRITO DE BOANE



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados meteorológicos de Umbletúzi, 1996

**Anexo D : Gráficos**

Gráfico 1: Radiação Solar - Distrito de Boane

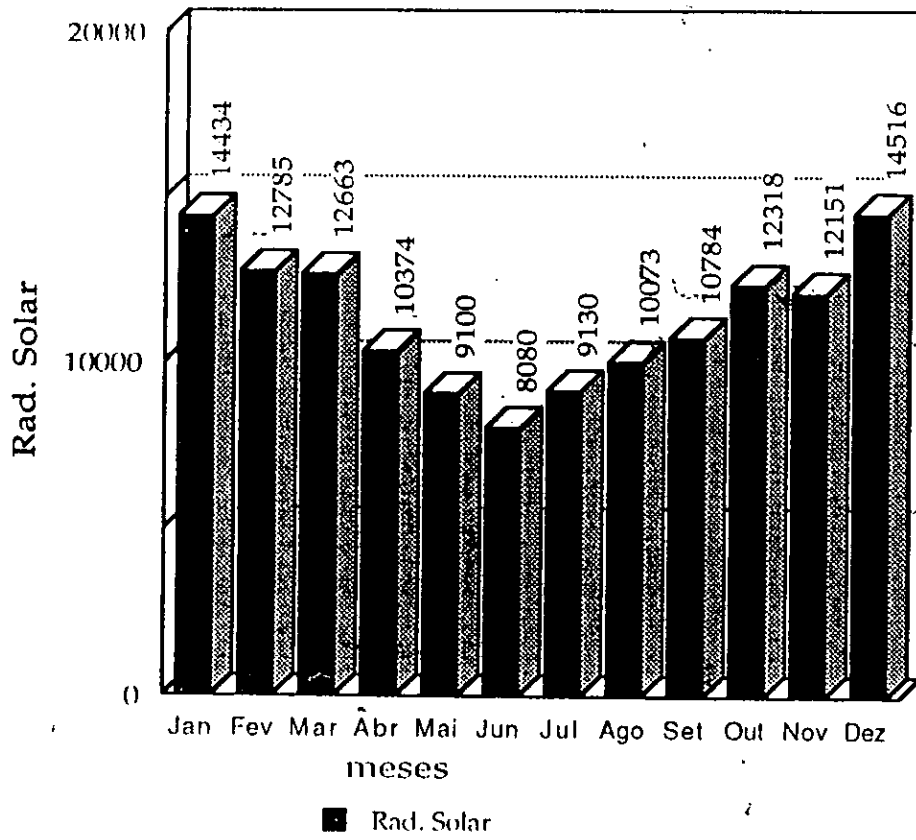
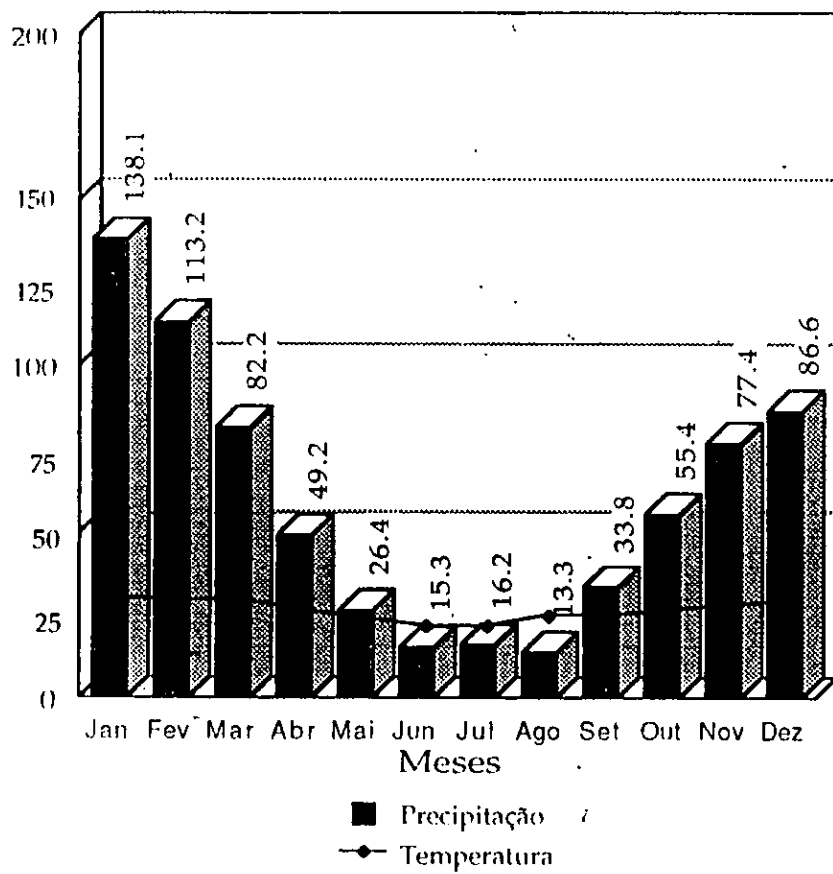


Gráfico 2: Gráfico Termo-Pluviométrico - Distrito de Boane



## Anexo E : Tabelas

Tabela 1 : Informação Meteorológica de Umbelúzi dos parâmetros usados ao longo do trabalho

Meses	Radiação ( Cal/cm2)	Temperatura (em ° C)	Evapotransp (em mm)	Humidade (em %)	Precipitação (em mm)	Tensão de vapor (em mmhg)**
Janeiro	14434	26.7	193.9	72	138.1	16.45
Fevereiro	12785	26.5	155.0	72	113.2	16.07
Março	12663	25.9	149.4	72	82.2	16.49
Abril	10374	23.5	126.4	73	49.2	14.29
Mai	9100	21.0	108.7	71	26.6	10.7
Junho	8080	18.1	93.6	70	15.3	7.96
Julho	9130	18.1	105.1	70	16.2	7.85
Agosto	10073	21.4	133.1	68	13.3	12.37
Setembro	10784	21.7	150.7	68	33.8	11.71
Outubro	12318	23	162.0	69	55.4	12.04
Novembro	12151	24.4	169.6	71	77.4	14.22
Dezembro	14516	26.0	184.5	69	86.6	17.19
Anual	11367.3	23.0	1732.6	70.4	707.3	13.1

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia , 1995.

\*\* Dados referentes a Estação da cidade de Maputo



**Tabela 3 : Caudais Médios anuais Registrados  
entre 1951 e 1986 na Estação Hidrológica de Goba**

<b>Anos</b>	<b>Caudais (Mm3)</b>
1951	143
1952	201
1953	202
1954	624
1955	456
1956	258
1957	419
1958	323
1959	264
1960	325
1961	223
1962	353
1963	172
1964	263
1965	494
1966	243
1967	205
1968	242
1969	311
1970	308
1971	813
1972	211
1973	483
1974	482
1975	816
1976	525
1977	443
1978	158
1979	91.4
1980	316
1981	204
1982	69.5
1983	1390
1984	341
1985	112
1986	201
<b>Média Anual</b>	<b>357</b>

Fonte: Santos, 1991, p.21

**Tabela 10 : Utilização de Água ne Rega (em Mm3)**

Meses	1990	1995	2010
Janeiro	1.14	3.51	8.06
Fevereiro	1.11	3.10	6.97
Março	0.60	1.85	4.26
Abril	0.16	0.47	0.99
Maio	0.34	1.84	2.65
Junho	0.52	1.55	3.62
Julho	0.75	2.23	5.28
Agosto	0.88	2.73	6.21
Setembro	0.75	2.60	5.19
Outubro	0.54	1.69	3.83
Novembro	0.57	1.68	3.57
Dezembro	1.11	3.37	7.66
<b>Anual</b>	<b>8.4</b>	<b>25.4</b>	<b>58.4</b>

Fonte: Santos , 1991 , p.35

**Tabela 14 : Médias anuais dos parâmetros seleccionados na Análise da Qualidade de Água**

Anos	Turvação (em NTU)	PH	Condut. Eléctrica (em $\mu\text{s/cm}$ )	Matér. Orgân. (em mg/l)
1980	5.40	7.6	262.9	1.28
1981	7.94	7.3	267.4	1.43
1982	18.60	7.7	270.9	1.43
1983	24.60*	7.5*	273.6*	1.77*
1984	7.51 *	7.3*	360*	1.93 *
1985	7.35	7.2	320	2.37
1986	6.86	7.4	374	2.60
1987	9.50	7.3	444.6	2.78
1988	2.70	7.2	439.7	3.88
1989	1.90	7.5	426	2.79
1990	1.35	7.8	411.8	2.45
1991	1.60	7.4	399.6	2.35
1992	1.50	7.6	446.7	2.15
1993	1.83	8.5	511	2.25
1994	1.14	7.5	582.5	2.11
1995	1.35	7.8	624	2.03

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho a partir dos dados das análises física , química e bacteriológica do laboratório da empresa Água de Maputo , 1996.

\* Dados estimados

**Tabela 15 : Médias anuais dos parâmetros complementares na Análise da Qualidade de Água**

Anos	Sílica (em mg/l)	Aniões (em mg/l)	Catiões (em mg/l)	Mineralização (em mg/l)
1980	13.6	187.4	68.5	285.7
1981	13.4	195.3	75.2	291.5
1982	14.9	225.6	89.9	264.8
1983	14.1*	247.9*	93.8*	250.6*
1984	13.8 *	240.3*	95.4*	270.7*
1985	15.3	205	79.1	299.4*
1986	11.6	205.2	80.9	310.9
1987	18.6	241.8	92.7	326.1
1988	20.3	221.9	85.2	325.9
1989	18.8	245.2	93.4	333.8*
1990	17.3	249.3	99.2	360.1*
1991	16.6	260.7	101.4	379.1*
1992	16.1	261.1	106.4	383.5
1993	19.8*	282.3*	122.6*	429.3*
1994	20.5	294.1	130.2	435.1
1995	18.3	328.2	127.2	474.6

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho a partir dos dados das análises física, química e bacteriológica do laboratório da empresa Água de Maputo, 1996.

\* Dados estimados

**Tabela 16 : Normas da OMS sobre a Água potável**

Parâmetros	Concentração máx. aceitável	Concentração máx. tolerável
Côr	5 unidades (a)	50 unidades (a)
Turvação	5 unidades (b)	25 unidades (b)
pH	7.0 - 8.5	6.5 - 9.1
Sódios totais	500 mg/l	1.500 mg/l
Amoníaco	-----	0.5 mg/l
Nitritos	-----	(0.05 mg/l)
Nitratos	-----	45 mg/l
Dureza total	100 mg CaCO <sub>3</sub> /l	500 mg CaCO <sub>3</sub>
Cálcio	75 mg/l	200 mg/l
Magnésio	50 mg/l	150 mg/l
Cloretos	200 mg/l	600 mg/l
Sulfatos	20 mg/l	400 mg/l
Ferro total	0.3 mg/l	1.0 mg/l
Fluretos	-----	1.3 mg/l

Fonte: Direcção Nacional da Saúde, 1982

Nota explicativa

a - escala colorimétrica platino - cobalto

b - unidades de turvação formazina - UTF

## Anexo F - Relatórios Técnicos da GEOMOC

### 1 - Relatório Técnico - Captação de Água na Área de Boane

Data : 6 de Março de 1982

Síntese geológica: Os terrenos são profundos constituídos por argilas do Quaternário ,  
sobrestratos , riolitos , tufo riolítico , basalto e tufo basáltico do  
Karoo.

Profundidade alcançada: 102 metros

#### Resumo da Análise Química da Água

Aniões----- 733.46 mg/l  
Catiões----- 321.43 mg/l  
Sílica----- 42.50 mg/l  
Mineralização----- 1097.39 mg/l

Conclusões: Água com mineralização significativa , apresentando vestígios de amónio e  
nitrato (indícios de contaminação) .  
É uma água muito dura e alcalina . o teor da sílica é significativo .  
Requer tratamento para o consumo público.

### 2 - Relatório Técnico Nº1 Captação de Água na Área de Movene

Coordenadas : Latitude 26° 04' Longitude 32° 22'

Carta nº 26321 .119 Escala 1:50000

Data : 22 de Outubro de 1982

Engº Joséf Kovács

Profundidade alcançada: 64 metros

Nível Hidrostático : 24.80 metros

Nível Hidrodinâmico: 26.92 metros

Caudal : 14760 litros/hora

#### Resumo da Análise Química da Água:

Aniões----- 733.25 mg/l  
Catiões----- 2228.16 mg/l  
Sílica----- 23.75 mg/l  
Mineralização----- 5985.16 mg/l

Conclusões: A água é muito mineralizada e muito dura com contaminação orgânica devido a  
teores elevados de matéria orgânica e nitrito .  
Apresenta vestígios de amónio.  
É uma água hipersalina com excesso de cloretos.  
Recomenda-se o seu tratamento para o consumo público.

**3 - Relatório Técnico nº 198/84 Umbelúzi**

Furo U3 - 14/RA 5 /84

Coordenadas: Latitude 26° 04' Longitude 32° 22'

Data: 22 de Outubro de 1984

Carta nº 26321.119 Escala 1:50 000

Profundidade alcançada: 24 metros

Nível Hidrostático: 4.92 metros

Nível Hidrodinâmico: 7.22 metros

Caudal: 67 m3/hora

Conclusões: De acordo com os resultados obtidos recomenda -se um caudal de exploração de 60m3/h .

**4 - Relatório nº119/86 Local - Instituto Pedagógico do Umbelúzi - CETEP**

Furo nº 16/RA 7/86

Coordenadas : Latitude 26° 12'30" Longitude 32° 21'01"

Carta de Boane nº 1193 Escala 1:50000

Profundidade alcançada: 16 metros

Sequência geológica atravessada: Areia - Grês

Nível Hidrostático: 4.62 metros

Nível Hidrodinâmico: 9.61 metros

Caudal: 4.8 m3/hora

Resumo da Análise Química da Água:

Aniões ----- 3745.63 mg/l

Catiões----- 1998.44 mg/l

Sílica ----- 17.20 mg/l

Mineralização----- 5761.27 mg/l

Conclusões: A água analisada apresenta uma mineralização muito elevada e é muito dura. Apresenta também teores elevados de nitratos, nitritos e matéria orgânica. A água é hipersalina com excesso de cloretos. É quimicamente imprópria para o consumo público.

**5 - Relatório Técnico nº 48/90 - Massaca II**

Furo 19/RA 7/90

Dono do furo :DPCA - PRONAR

Coordenadas : Latitude 26° 31' 21" Longitude 32° 16' 01"

Carta de Boane nº1193 Escala 1:50000

Engº Bernardo Miguel

Data : 16 de Novembro de 1990

Profundidade alcançada: 25 metros

Sequência geológica atravessada: Argila - Basalto - Riolito

Nível Hidrostático: 7.83 metros

Nível Hidrodinâmico: 19.80 metros

Caudal : 4.31 m3/hora

Resumo da análise Química da água:

Aniões----- 1188.05 mg/l

Catiões----- 471.41 mg/l

Sílica----- 86 mg/l

Mineralização ----- 1745.46 mg/l

Conclusões: A água analisada é bastante mineralizada e muito dura . Apresenta teor elevado de nitratos , que é superior ao teor recomendado pela OMS.

Água quimicamente imprópria para o consumo público .Recomenda-se a sua análise bacteriológica.

Recomenda-se também um caudal de exploração de 3 m3/hora.

## **Anexo G - Abrevieturas Usadas**

**DNA** - Direcção Nacional de Águas

**DINAGECA** - Direcção Nacional de Geografia e Cadastro

**DPA** - Direcção Provincial de Agricultura

**FAO** - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

**FIT** - Frente Intertropical

**FITN** - Frente Intertropical Norte

**FITS** - Frente Intertropical Sul

**GAPI** - Gabinete de Apoio a Pequenos Investimentos

**INAM** - Instituto Nacional de Meteorologia

**INIA/DTA** - Instituto Nacional de Investigação Agronómica / Departamento de Terra e Água

**MOZ** - Moçambique

**OMS** - Organização Mundial da Saúde

**PROJ** - Projecto

**PNUD** - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

**SMM** - Serviços Meteorológicos de Moçambique

**ZIC/CIT** - Zona de Convergência Intertropical

## Anexo H - Fórmulas Matemáticas Usadas\*

### 1 - Média aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

### 2 - Desvio Padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

### 3 - Coeficiente de Variação

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} + 100\%$$

\* Fórmulas retiradas da obra de Statistical Methods and Geographer (Gregory, 1973).