

MARCELO CAETANO AMÓS

**TEMA: ACTIVIDADES HUMANAS, QUALIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS**

Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Revuê no Distrito de Manica

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

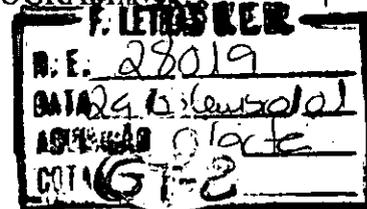
Supervisor: dr. MÁRIO JESSEN



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE LETRAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA



Maputo, Outubro de 2000

GT-2

## **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 indicadas no texto e na bibliografia as fontes que utilizei.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,

Amós Coanai e Joana Taembera

Todos os meus irmãos,

Aos meus tios: Bento Q. Macanda e Maria Francisco e

Aos Meus padrinhos: Elias Massango e

Maria do Céu Cristina

## AGRADECIMENTO

Agradeço pelo apoio prestado as seguintes individualidades:

Ao dr. Mário Jessen que supervisionou o trabalho;

Ao professor Doutor Manuel Araujo, Director Nacional do Centro de Estudo da População e Docente da U.E.M ( Departamento de Geografia);

A Dr<sup>a</sup> Johane Heynk Lestemaker (Departamento de Geografia);

Ao dr. António Jorge Raul (INAHINA);

Ao dr. Lourenço Simeão Chambela ;

Ao dr. Paulo Covele (Departamento de Geografia)

A dr<sup>a</sup> Ximena Andrade (Departamento de Geografia);

Ao dr. Rosaque João Guale

Ao Sr. Salatiel Junior Mondlane (Organização Mundial da Saúde);

Ao Sr. Obadias Jacinto Cossa (INAHINA).

Ao Sr. Alfiado Simão (Técnico do Laboratório Provincial de Higiene Águas e Alimentos de Manica);

Ao Sr. Moisés Augusto ( Técnico do Laboratório Provincial de Higiene Alimentos e Águas de Manica);

Ao Sr. Paulo Nguenha ( Direcção Nacional de Planeamento e Ordenamento Territorial)

A todos os meus colegas do curso de Geografia, aos meus familiares, padrinhos e amigos que souberam me apoiar nos momentos cruciais da realização deste trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho, constitui uma aplicação prática das cadeiras leccionadas ao longo do curso e, aborda um tema de natureza hidrológica relacionado com a sociedade e o meio ambiente.

Antes de relacionar as actividades humanas com a qualidade e distribuição dos recursos hídricos, faz-se referência as características físico-geográficas da área, em particular as características climáticas, geológicas e a vegetação da área que tem importância na qualidade e quantidade da água.

Ao longo do trabalho, houve interesse de identificar as actividades humanas desenvolvidas na área de estudo e os possíveis impactos na qualidade e distribuição dos recursos hídricos. Além disso, a partir dos resultados das amostras de água analisadas no laboratório provincial de Higiene, alimentos e águas de Manica e outros resultantes de fontes bibliográficas procurou-se identificar a concentração e a possível origem de cada uma das substâncias presentes na água. Finalmente faz-se uma classificação da água, tendo como base os padrões definidos para possíveis usos.

A metodologia usada foi adoptada, tendo em conta os objectivos do trabalho, pois que, o tema exige complementaridade de outras ciências.

As conclusões tiradas sobre as implicações das actividades humanas na qualidade da água basearam-se apenas em substâncias analisadas. Contudo, devido a limitações de carácter material por parte do laboratório provincial de higiene, águas e alimentos de Manica não foi determinada a concentração de resíduos metálicos, em particular o mercúrio que é utilizado para a purificação do ouro durante o processo de lavagem deste mineral.

## INDÍCE GERAL

	pagina
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Conceção do Problema .....	1
1.2 Importância do estudo .....	2
1.3 Objectivos .....	3
1.4 Pressupostos .....	4
1.5 Enquadramento Teórico .....	4
1.6 Metodologia .....	9
<b>II CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO</b> ...	13
2.1 Localização geográfica .....	13
2.2 Geologia .....	14
2.3 Relevo .....	16
2.4 Clima .....	18
2.5 Vegetação .....	23
2.6 Solos .....	25
2.7 Hidrografia .....	27
<b>III ACTIVIDADES HUMANAS COMO FONTE DE POLUIÇÃO</b> .....	30
3.1 Actividade Mineira .....	31
3.2 Actividade Agro-florestal .....	32
3.3 Infra-estruturas Habitacionais .....	32

<b>IV RESULTADOS</b> .....	33
4.1 Qualidade da Água .....	34
4.2 Quantidade e Distribuição dos Recursos Hídricos .....	48
<b>V DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	54
5.1 Variáveis determinantes na Disponibilidade da água .....	55
5.2 Impacto da Barragem na Qualidade e Distribuição dos Recursos Hídricos .....	61
5.3 Classificação da água da área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuê e alguns afluentes.....	65
<b>VI CONCLUSÕES</b> .....	68
6.1 Conclusões.....	68
6.2 Recomendações.....	69
<b>VII BIBLIGRAFIA E ANEXOS</b>	
7.1 BIBLIOGRAFIA.....	71
7.2 ANEXOS	
A - MAPAS	
B - FIGURAS E FOTOGRAFIAS	
C - TABELAS	
D -LEIS BASICAS PARA A DEFESA DA NATUREZA	

## LISTA DE TABELAS

TABELA n.º 1: Alguns indicadores propostos para a classificação da água superficial para usos múltiplos .....	Anexo C1
Tabela n.º 2: Limite de Conductividade Eléctrica e BOD para a classificação de cursos de água. ....	pg. 8
Tabela n.º 3: Classificação dos meses em Húmidos e Secos considerando o Quociente Pluviométrico .....	pg. 21
Tabela n.º 4: Distrito de Manica, Dados climáticos referentes ao período de 1950 - 1980. ....	pg. 28
Tabela n.º 5: Distrito de Manica, Distribuição da População por Cidade, Vila e Posto Administrativo. ....	pg. 31
Tabela n.º 6: Variação da Temperatura da água na área entre Penhalonga - Albufeira de Chicamba. ....	pg. 34
Tabela n.º 7: Dureza da água na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns Afluentes .....	pg. 40
Tabela n.º 8: Concentração de Nítritos na área Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns Afluentes. ....	pg. 44
Tabela n.º 9: Características Microbiológicas da água na área Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns Afluentes. ....	Anexo C2
Tabela n.º 10: Uso da água do Rio Revuè .....	pg. 49
Tabela n.º 11 Nomes científicos e locais de algumas espécies de Peixes identificadas durante o trabalho de campo. ....	pg. 51

Tabela nº 12: Capturas de Peixe na área entre a Estrada Nacional nº 6 e Albufeira de Chicamba. ....	pg. 52
Tabela nº 13: Produção Pesqueira por unidade de pesca em Quilogramas ....	pg. 53
Tabela nº 14: Relação entre os Caudais médios afluentes e a Precipitação na Albufeira de Chicamba. ....	pg. 55
Tabela nº 15 Classificação da água baseada na concentração de Fosfatos. ....	pg. 67
Tabela nº 16: Qualidade da água na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns afluentes. ....	Anexo C3
Tabela nº 17: Qualidade da água do rio Revuè em Nhamachato ...	Anexo C4
Tabela nº 18: Qualidade da água do Rio Revuè na estação de Captação para a Vila de Messica. ....	Anexo C5
Tabelas nºs 19, 20..25: Apuramento da direcção predominante do Vento no distrito de Manica durante o período de 1994 à 1999. ....	Anexo C6

#### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico nº 1: Perfil Hipsometrico da Bacia Hidrográfica do Rio Revuè. ....	Pg. 17
Gráfico nº 2: Variação da Temperatura e Precipitação na área entre Penhalonga - Albufeira de Chicamba. ....	pg. 19
Gráfico nº 3: Variação da Turvação na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns afluentes. ....	pg. 36
Gráfico nº 4: Concentração de elementos, Cálcio e Magnésio na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns afluentes. ....	pg. 37
Gráfico nº 5: Variação de valores do PH na área Penhalonga - Chicamba, Rio Révuè e alguns afluentes. ....	pg. 39

Gráfico nº 6: Concentração do amoníaco na área Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns afluentes ..... pg. 43

Gráfico nº 7: Variação da Concentração de Nitratos na área Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè e alguns afluentes ..... pg. 46

Gráfico nº8: Relação entre Caudais médios afluentes na Albufeira de Chicamba e a Precipitação. .... pg. 56

#### **MAPAS ( Anexo A)**

Mapa nº 1: Enquadramento geográfico da área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba.

Mapa nº 2: Formações Geológicas da Área entre Penhaloga e Albufeira de Chicamba.

Mapa nº 3 Solos da área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba.

Mapa nº 4: Vegetação da Área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba

Mapa nº 5: Principais actividades Humanas e a Rede de Amostragem na área Penhalonga - Albufeira de Chicamba.

#### **FIGURAS (Anexo B)**

Figura nº1: Implicações das actividades humanas na Qualidade da Água

Figura nº 2: Circulação da água na área Penhalonga - Chicamba, Rio Revuè

Figura nº 3: Localização de estações de amostragem para o controle da Qualidade da Água dos Rios.

## 1. Introdução

### 1.1 Conceção do problema

A composição química da água "H<sub>2</sub>O", é uma das primeiras fórmulas aprendidas na química e a sua existência no estado sólido, líquido e gasoso é conhecida. Contudo, é no estado líquido que a qualidade deste recurso é revelada (Shaw, 1994:161).

O problema da poluição ou degradação da qualidade deste recurso, apresenta características diferentes nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Nos primeiros a poluição depende sobretudo dos produtos e dejectos industriais, da agricultura e transportes. Nos países subdesenvolvidos, a principal forma de poluição é representada pela contaminação, principalmente por resíduos de vida humana e animal, que se juntam aos resíduos de origem agro-industrial e tornam-se perigosos devido a ausência de um sistema de controlo e normas administrativas ( Casaquei et al. 1980:3).

A nível nacional, a problemática da qualidade da água tem sido objecto de estudo nos últimos anos. Destaca-se o estudo sobre a qualidade da água como resultado das descargas de resíduos industriais e combustíveis no caso particular do porto de Maputo (Casaquei 1980; D.N.A 1985; Dengos e Pecules, 1990, Muchangos 1994).

No caso particular da área de estudo, apontam-se problemas como: a redução da qualidade de água, erosão e desmoronamento do solo aliado a actividade mineira.

É neste contexto, que o presente trabalho se integra no âmbito do cumprimento dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Licenciatura em Geografia da Universidade Eduardo Mondlane, relaciona as actividades humanas com a qualidade e distribuição dos recursos hídricos, para o caso específico do rio Revuê no distrito de Manica, numa

perspectiva de contribuir para o uso sustentável<sup>1</sup> dos recursos hídricos, neste rio com múltiplas aplicações, por parte da população local.

Entre as aplicações deste rio pode-se mencionar as seguintes: irrigação, produção de energia eléctrica, produção industrial e abastecimento de água a cerca de 171056 e 39331 habitantes residentes<sup>2</sup> na cidade de Chimoio e Messica respectivamente.

O trabalho está dividido em seis partes. A primeira parte do trabalho é o capítulo introdutório no qual coloca-se o problema do estudo, a importância do estudo, objectivos, pressupostos, enquadramento teórico e a metodologia que foi utilizada durante a realização do trabalho; a segunda parte consiste na localização e caracterização da área de estudo; a terceira parte aponta as actividades humanas como fontes de poluição; a quarta refere-se aos resultados obtidos; na quinta parte discute-se os resultados do trabalho, a sexta parte aborda as conclusões e recomendações do estudo e, finalmente a sétima parte faz-se referência a bibliografia consultada e anexos.

## **1.2. Importância do estudo**

A preocupação com a qualidade ambiental constitui um assunto de particular destaque principalmente na fase de desenvolvimento da sociedade, caracterizado por um envolvimento multisectorial (INDE, 1995). Neste contexto, o estudo da problemática da quantidade e qualidade da água como resultado das actividades humanas e das suas crescentes necessidades, é nas condições actuais indispensável. Ao contrário do que acontece com os outros recursos naturais como é o caso da terra e florestas, que são aparentemente de fácil gestão, pois que, o seu uso restringe-se a um certo país ou

---

<sup>1</sup> O conceito de sustentabilidade refere-se ao uso de um determinado recurso, sem no entanto, comprometer

comunidade. A gestão da água é complexa na medida em que o seu uso abrange várias instituições e comunidades com actividades diversas como é o caso da agricultura, exploração de energia eléctrica, consumo humano, entre outras aplicações.

No caso particular do rio Revué, acrescenta-se a mineração que necessita de água para a lavagem de minérios de ouro e abastecimento da população residente na cidade de Chiinoio e vila de Messica, sendo porém, indispensável o conhecimento da quantidade da água disponível e a sua qualidade para o consumo humano, assim como o conhecimento de factores intervenientes na sua actual qualidade, contribuindo desta maneira para a gestão integrada deste recurso indispensável para a vida da sociedade.

A escolha da área de estudo foi motivado principalmente, pelo facto de apresentar uma antiga tradição na exploração mineira e actividade agrícola junto as margens do rio cujas implicações na qualidade e distribuição dos recursos hídricos ainda não são conhecidas.

### **1.3. Objectivos**

A realização do presente trabalho visa alcançar os seguintes objectivos:

#### **Objectivo geral:**

Contribuir para o uso sustentável dos recursos hídricos a partir da identificação dos problemas resultantes das actividades desenvolvidas na qualidade e distribuição dos recursos hídricos.

#### **Objectivos específicos**

- Avaliar a qualidade da água do rio Revué;
- identificar os possíveis usos desta em múltiplos sectores de actividades;
- Relacionar as formas do uso da terra com os problemas ambientais da área;

---

as necessidades das futuras gerações (Long, 1992)

- Identificar os impactos negativos e positivos das actividades humanas na qualidade e distribuição dos recursos hídricos.

#### 1.4. Pressupostos

- A problemática dos recursos hídricos na área, resulta da fraca integração entre múltiplos utilizadores deste recurso e o não conhecimento de normas básicas para a defesa da natureza.
- A turvação da água Durante a maior parte do ano resulta da mineração "Garimpo" efectuada pela população sem aplicar nenhuma técnica de conservação.
- A baixa quantidade de água na albufeira hidroeléctrica de Chicamba, deve-se à fraca afluência de caudais dos rios a montante, aliado a fraca precipitação durante a estação seca.

#### 1.5 Enquadramento teórico

##### 1.5.1 Definição conceptual

###### Qualidade de água

O conceito de qualidade de água, definido frequentemente no âmbito do aproveitamento dos recursos hídricos<sup>3</sup>, aparece documentado pelas diversas instituições ligadas a saúde ambiental (FAO 1990, UNESCO 1989, 1990, UNEP 1983, OMS, 1989 e U.E. 1990).

Em qualquer uma das instituições acima referidas, a definição é feita no contexto da concentração dos vários poluentes físicos, químicos e microbiológicos em função dos

---

<sup>2</sup> Dados definitivos do segundo recenseamento geral da população publicados pelo INE em 1999

<sup>3</sup> Riquezas fornecidas pela natureza que incluem a água e os organismos que nela habitam, avaliados em duas perspetivas: potencialidade e disponibilidade (Cunha et al, 1980:115).

Potencialidade - refere-se a existência natural deste recurso sem a acção humana (Ibdem)

objectivos e das necessidades do uso da água, o que diferencia as abordagens seguidas por vários autores no que concerne a qualidade da água.

Assim, a qualidade da água, refere-se as características físicas, químicas e microbiológicas da água, tendo em consideração os limites estabelecidos a nível internacional como padrão para satisfazer as diferentes utilidades deste recurso.

### 1.5.2 Modelos de análise dos cursos de água

#### i) *Modelo de simulação simples*

Este modelo baseia-se na selecção de factores para um determinado uso, dependendo dos objectivos pretendidos dentro duma determinada bacia hidrográfica.

Segundo Tharme (1986:83), o modelo é basicamente implementado na simulação do regime do rio, escoamento das águas e determinação das características bioquímicas da água, numa dimensão espacial e temporal.

As características bioquímicas que podem ser avaliadas neste modelo são: Oxigénio dissolvido, COD, BOD<sup>4</sup>, Nitrogénio orgânico, amoníaco, nitrato, fósforo inorgânico, coliformes totais e fecais.

Este modelo necessita de muito tempo para programação e computarização dos dados que se pretendem analisar.

#### ii) *Modelo Matemático*

Neste modelo, o comportamento do sistema hidrológico, é representado, por uma equação, numa lógica expressando relações entre variáveis e parâmetros<sup>5</sup> (FAO, 1973: 2,7).

---

Disponibilidade - Refere-se a modificação do estado natural da água e dos escoamentos como resultado da acção humana (Ibdem)

<sup>4</sup> Biological Oxygen Demand

<sup>5</sup> Parâmetro - Característica mensurável, num sistema hidrológico, que pode mudar no tempo, usado para distinguir como os investigadores descrevem as características mensuráveis (FAO, 1973:1)

Segundo Tebutt (1983:3), a aplicação deste modelo requiere o estabelecimento de limites da área de estudo onde actuam os diversos factores intervenientes na alteração da qualidade da água.

O modelo matemático, apenas faz uma avaliação linear dos factores, deixando contudo as questões ambientais do sistema do rio e do impacto dos níveis de contaminação em relação a saúde humana (Guale, 199:14). O uso deste modelo permite uma combinação dos processos de tratamento em função do nível de influência dos factores dentro da área estabelecida.

### iii) *Modelo da DGRAH*

Com o objectivo de estabelecer Normas da qualidade, foi estudado por um grupo de técnicos da DGRAH<sup>6</sup>, uma classificação qualitativa dos cursos de água. Esta classificação foi estabelecido consoante os usos que os recursos de água possam satisfazer

Na tabela de classificação dos cursos de água proposta, são considerados quatro classes nomeadamente: classe A, B, C, e D cujo os limites de concentração de substâncias para cada uso previsto estão apresentados na tabela n.º 1 em anexo.

Segundo o modelo, a água de boa qualidade para a alimentação, pode não ser boa para o desenvolvimento da agricultura por carência de elementos essenciais para o crescimento das plantas. O modelo<sup>7</sup> considera as seguintes classes:

---

<sup>6</sup> Direcção geral dos recursos e aproveitamento hidraulico da UNESCO

<sup>7</sup> A figura nº 3 em anexo e a respectiva nota explicativa ilustra os critérios de amostragem segundo este modelo.

*Classe A*

Esta classe compreende água praticamente isenta de poluição, podendo satisfazer, todos os usos, incluindo o abastecimento de água potável mediante um tratamento físico simples. É água com características próprias de salmonídeos.

*Classe B*

Água pouco poluída, apta ainda para satisfazer todos usos, mas no caso de abastecimento público para água potável, é necessário submetê-la a um tratamento físico químico convencional e desinfecção.

*Classe C*

Água mediamente poluída, permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória, recreio sem contacto directo, irrigação (dum modo geral) e no caso de ausência de água de melhor qualidade pode ser usada para o abastecimento público com pré-cloragem, tratamento físico, químico adequado e desinfecção.

*Classe D*

Água poluída, permitindo a navegação e pode ser usada na irrigação de espécies vegetais menos sensíveis ou que produzem alimentos que não sejam consumidos directamente, isto é sem cozedura e, ainda eventualmente na indústria como águas de arrefecimento.

As águas cujas características ultrapassam os valores fixados na classe D, são consideradas excessivamente poluídas.

Entretanto, Este modelo é vantajoso, Na medida em que mostra os usos possíveis da água consoante o teor de poluentes vide tabela n.º 1 anexo.

#### iv) Modelo de qualidade de água com base nos critérios

Consiste na colheita de amostras de água para análise laboratorial dos parâmetros que definem as características físicas (PH, condutividade eléctrica, turvação, sólidos dissolvidos, cor e cheiro); características químicas (concentração de vários elementos químicos) e microbiológicas baseados na determinação do teor dos coliformes fecais e totais e a determinação do teor das bactérias como: *pseudomonas*, *aureginosas*, *estapylococcus aureais* e *salmoella* (LNHAA, 1997).

Em seguida com base no guião compara-se os resultados e faz-se a análise para um determinado uso (OMS, 1978:60-71; WHO1984a: 253-310; FAO, 1984 25-32)

#### Vi) Modelo de análise da qualidade da água baseado em valores da Conductividade eléctrica e BOD.

Kemp (1971:VI), desenvolveu um modelo de análise da qualidade da água baseado em valores da condutividade eléctrica e do BOD (Biological Oxygen Demand). Este modelo, indica os usos possíveis duma Massa de água tendo em conta estes dois factores. A tabela nº 2 mostra os limites estabelecidos de condutividade e BOD para cada uma das cinco classes estabelecidas.

**Tabela n.º 2 Limites de Conductividade eléctrica e BOD para a classificação dos cursos de água segundo (Kemp 1971)**

Conductividade Eléctrica (mho/cm)	BOD (mg/l)	
	Inferior a 4	Superior a 4
Inferior a 750	Classe 1	Classe 4
750 à 2250	Classe 2	Classe 3
Superior à 2250		Classe 5

O modelo é vantajoso, Na medida em que precisa apenas de duas variáveis para fazer um diagnóstico qualitativo duma certa Massa de água. A principal desvantagem é de

requerer pelo menos 20 medições para se chegar a uma conclusão definitiva sobre uma determinada massa de água.

As recomendações de uso para cada uma das cinco classes são:

Classe 1 - água que pode servir como fonte de abastecimento de água potável a população e para a maioria dos outros usos.

Classe 2 - água que pode ser usada para a maioria dos usos, excepto para a irrigação

Classe 3 - água não útil para o abastecimento a população, uso industrial e regadio. Apenas pode ser usada na actividade pecuária para casos em que a conductividade não for excessiva.

Classe 4 - água não útil para o abastecimento a população. É útil para o sector industrial, pecuário e para o regadio em certas circunstâncias.

Classe 5 - esta classe corresponde as águas tóxicas e só utilizáveis para o regadio em certas circunstâncias.

### **1.6 metodologia**

A realização do trabalho consistiu em:

#### **i) Revisão bibliográfica**

A revisão bibliográfica, aplicou-se para a identificação de princípios de análise de cursos de água, localização e caracterização da área de estudo, basicamente a informação referente as características geológicas, relevo, clima, solos, vegetação, população e uso de água que resultou a partir de fontes escritas e a análise de mapas topográficos e temáticos obtidos nas seguintes instituições: Direcção Nacional de Geologia (D.N.G), Direcção Nacional de Geografia e Cadastro (DINAGECA), Instituto

Nacional de Investigação Agronómica (INIA), o Fundo das Nações unidas para a alimentação (FAO)<sup>8</sup>, Ministério da Saúde (MISAU) e a Direcção Nacional de Água (DNA).

### ii) Observação directa (Trabalho de Campo)

O trabalho de campo consistiu numa primeira fase, na identificação de locais de amostragem consoante as actividades desenvolvidas e, em seguida, efectuou-se a colheita de amostras de água no rio principal e afluentes, em pontos seleccionados<sup>9</sup> na fase anterior (Vide Mapa n.º 5).

No curso principal, rio Revuè foram colhidas quatro amostras, sendo uma a montante do rio, junto aos montes penhalonga (R1); a segunda na aldeia de Nhamachato (R2), onde se desenvolve uma intensa actividade Mineira, a terceira na estação de captação de água para a Vila de Messica (R3), a quarta no entroncamento entre o rio Revuè e Messica (RM1), a quinta ainda no percurso Revuè Messica (RM2) e as restantes três na albufeira de Chicamba (C1, C2 e C3)

No afluente que passa pela cidade de Manica, rio Munene foram colhidas duas amostras, sendo uma a montante do rio na fronteira com o Zimbabwe, na vila de Machipanda e a segunda a jusante do rio, para identificar o impacto das actividades agrícola e habitacionais na qualidade da água.

No afluente que passa pela vila de Messica, rio Messica foram colhidas duas amostras em seguintes locais: uma amostra montante do efluente proveniente da fábrica de polpa

---

<sup>8</sup> Nesta instituição recolheu-se os dados climáticos existentes na seguinte obra: Kassan A.H. ASSESSMENT of land Resources for Ranfed crop production in Mozambique. Climatic Data Bank and Length of growin period analys.

<sup>9</sup> Vide anexo A51 a explicação dos critérios seguidos para a escolha de locais de amostragem e o significado das letras.

de papel na vila de Messica e a segunda depois do rio receber o efluente por forma a avaliar o impacto destes canais na qualidade da água.

#### **Colecta de amostras**

De acordo com os objectivos pretendidos no presente trabalho, a análise laboratorial consistiu em determinação dos seguintes parâmetros:

- Parâmetros físicos: temperatura, PH, conductividade eléctrica, sólidos dissolvidos, turvação e matéria orgânica.
- Parâmetros químicos: Nitratos, amoníaco, fosfatos, sulfatos, sodicidade BOD e a concentração de iões de mercúrio e ferro em amostras colhidas no Rio principal.
- Parâmetros microbiológicos: Coliformes totais e fecais.

#### **Procedimento de colheita de amostras**

Segundo (WHO,1985), a técnica de colheita de amostras é variável e depende da origem da água<sup>10</sup> a analisar e dos objectivos pretendidos. Contudo, em qualquer dos casos, a recolha é feita em frascos recomendados previamente esterilizados e passados 2 ou 3 vezes com água a analisar.

A amostra deve ser recolhida no local, colocando o recipiente no mesmo sentido ao da corrente, a uma profundidade de 30 cm, tendo o cuidado de evitar zonas de estagnação e não provocar a suspensão de partículas (Ibdem).

A constituição das amostras depende do estudo, deixando um espaço de 2-3 cm em cada recipiente, com a excepção feita para o caso de amostras destinadas a dosagem do PH, ácido carbónico livre e oxigénio em solução ( MISAU,1987).

Após a colheita a amostra deve ser identificada com números, sendo:

---

<sup>10</sup> MISAU,1987, distingue tres principais fontes de de origem da água a analisar nomeadamente: água de torneira dum sistema de canalização de nascente, água de poço e água da superficie, podendo ser do lago ou rio.

1 – identificação do local de colheita, 2 – provincia, Distrito ou localidade, 3 – data e hora de colheita e 4 – rubrica do responsável pela colheita. (Ibdem).

As recomendações acima referidas, foram cumpridas, os frascos para a recolha foram adquiridos no laboratório de Higiene, Alimentos e Água Manica sendo previamente esterilizados antes da colheita de amostras.

### **iii) Realização de entrevistas semi-exploratórias**

A técnica de entrevistas semi-exploratórias foram efectuadas na área de estudo em instituições e a população residente para apurar-se os diferentes usos da água e a obtenção de dados relativos a quantidade de água disponível, possíveis conflitos existentes entre estes utilizadores e as estratégias locais de uso face os problemas identificados.

Além disso, as entrevistas semi-exploratórias foram utilizadas para a obtenção da informação sobre o processo de mineração e os tipos de produtos químicos utilizados na separação das partículas de área e minerais pretendidos.

### **iv) Método Estatístico**

Este método, consistiu no tratamento e análise dos dados numéricos obtidos no campo e em fontes bibliográficas, principalmente: dados climáticos, resultados da análise laboratorial de amostras de água e os dados resultantes das entrevistas semi-exploratórias.

## V) Método Cartográfico

O método cartográfico consistiu na elaboração de mapas temáticos da área de estudo, baseada em informação existente em fontes bibliográficas, observada no terreno e a informação extraída em mapas de solos, topográficos, de uso e cobertura vegetal e mapa hidrográfico da área, ambos a uma escala de 1:250000.

## VI) Modelo aplicado na área de estudo

No presente trabalho para se chegar a conclusões sobre a qualidade de água utilizou-se o modelo Baseado em critérios da D.G.R.A.H , cujo os critérios de amostragem e a respectiva nota explicativa estão apresentados em anexo (Fig. 3), pelo facto de permitir a classificação da água consoante os possíveis usos, sem no entanto ignorar a aplicação de outros modelos descritos anteriormente.

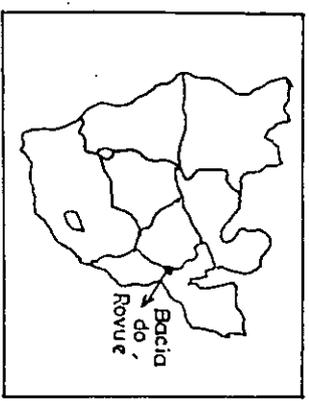
## 2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Localização geográfica

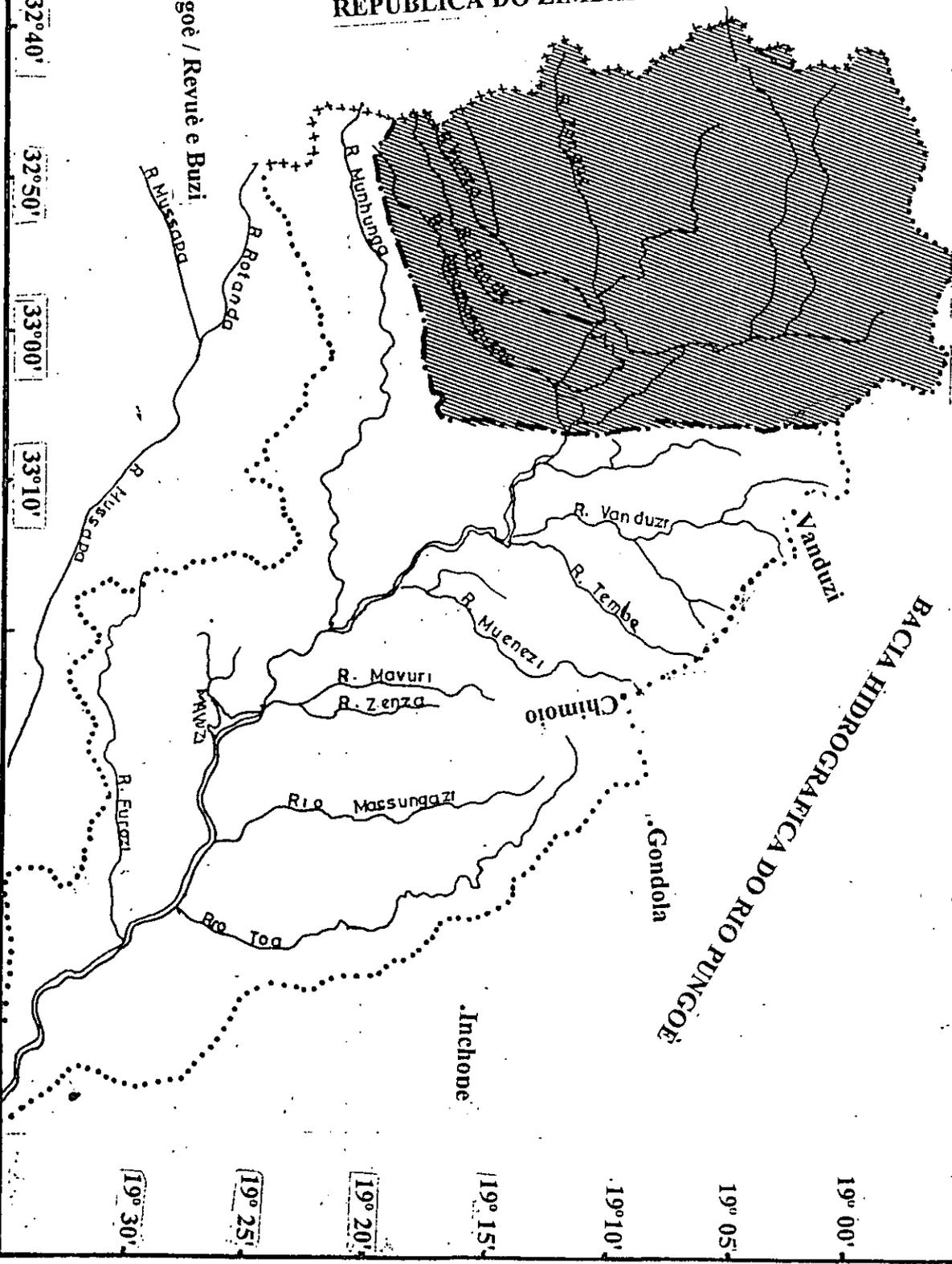
A área de estudo é parte integrante da bacia hidrográfica do rio Revuè, localizada entre os paralelos 18° 55' e 19° 20' de latitude Sul e os meridianos 33° 05' a 33° 35' de longitude Leste.

Situa-se entre a nascente do mesmo rio nos montes Penhalonga a cerca de 1750<sup>o</sup> metros, e albufeira de Chicamba na região central de Moçambique, provincia de Manica, distrito de Manica ( Vide Mapa n.º 1).

# Mapa 1 – Enquadramento Geográfico da Área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba



REPÚBLICA DO ZIMBABWE



**LEGENDA**

- Area de estudo
- Linha divisória da água Pungwe / Revue e Buzi
- Fronteira

Fonte: Adaptado de Manzanares, 1957

Escala 1: 1 000 000

32°40'

32°50'

33°00'

33°10'

33°20'

33°30'

33°40'

33°50'

18°55'

19°00'

19°05'

19°10'

19°15'

19°20'

19°25'

19°30'

### **2.1.1 Limites**

Norte - bacia hidrográfica do rio Pungoé,

Sul - rio Mussapa,

Leste - Cidade de Chimoio

Oeste - República do Zimbabwe.

## **2.2 Geologia**

### **2.2.1 Estratigrafia**

Sob o ponto de vista geológico, o distrito de Manica é basicamente constituído por formações rochosas do precâmbrico (vide mapa n.º 2). Segundo Afonso (1978:16), estas formações rochosas em território moçambicano, dividem-se em duas partes a saber: o Cratão Rodésiano e o Cinturão de Moçambique conhecido por "Mozambique Belt".

No entanto, a área de estudo enquadra-se no Cratão Rodésiano representado pelo sistema de Manica, constituído pelas formações de Macequece, Mbeza e Vengo (ibidem).

De acordo com a nota explicativa da carta geológica da vila de Manica<sup>11</sup>, Escala 1: 250.000, as referidas formações apresentam as seguintes características:

#### **2.2.1.1 Formação de Mbeza**

Aparece desenvolvida ao longo do rio Zambuzi com fortes evidências de rochas sedimentares. A principal unidade litológica é o conglomerado de base, sendo composto basicamente por xistos argilosos e conglomerados.

#### **2.2.1.2 Formação de Macequece**

Compreende o conjunto de rochas ofiolíticas com serpentinas de várias origens intercaladas por rochas sedimentares, primordialmente quartzitos listrados. As principais

formações rochosas desta unidade são: Granimos, Granodioritos, Quartzitos cinzentos e Serpentinitos.

### 2.2.1.3 Formação de Vengo

Esta formação não é bem conhecida, contudo supõe-se que seja da mesma idade da formação Mbeza resultante das diversas litologias de diferentes deposições locais. As principais unidades litológicas são: xistos negros talcosos com Serpentinitos, quartzitos listrados e calcários negros, sendo estas últimas as mais distintas.

### 2.2.2 Tectónica

O sistema de Manica, onde se enquadra a área de estudo é caracterizado pela vasta influência dos mais variados fenómenos<sup>12</sup> tectónicos, sendo evidentes as falhas na direcção NE-SW (Afonso, 1978:16).

Os dobramentos indicam duas unidades distintas com uma orientação E-W e outra com orientação N - S. A primeira corresponde a dobras em Sinclinal e Anticlinal abertas de formação precambrica e a segunda corresponde a Orogénia de Moçambique (R.T.G,1969).

A sobreposição destes dobramentos, traduz-se numa foliação orientada de NE - SW, com inclinações de 40° à 60° seguindo esta orientação.

Aém do Sinclinal, constituído por seguimentos da série Mbeza e Vengo, existe na série de Manica, dobras<sup>13</sup> a escala média devido a acção dos movimentos tectónicos de compressão que reduziram a mancha de Manica a uma faixa relativamente estreita como se apresenta actualmente (Freitas,1959:22).

---

<sup>11</sup> Edição dos Serviços de Geologia e Minas de Moçambique. Lourenço Marques, 1969

<sup>12</sup> Movimentos Geodinâmicos de natureza interna da terra que deformam as rochas (Pop,1992)

### 2.2.3 Ocorrências minerais

As formações do sistema de Manica são desde a vários anos, sede de várias minerações tais como: mineração de calcopirite, asbesto, bauxite, talco e ouro. A mineração do ouro é a mais praticada na área. Para tal importa referências os relatórios realizados desde a década de 1940 no âmbito do fomento mineiro pela repartição técnica de Geologia e mais recentemente em 1983 pela actual Direcção Nacional de Geologia e Minas.

Segundo Freitas (1959:150), a ocorrência do ouro na área está ligado a fase hidrotermal da consolidação do Magma granítico e grano-diorítico e que na fase sedimentar o ouro concentrou-se em aluviões e eluviões de acordo com a topografia local.

Deste modo, um jazigo de aluvião<sup>14</sup> manteve-se em exploração por dragagem no vale do Revué (ibdem). Actualmente aluviões auríferos tem sido objecto de exploração rudimentar na área de estudo como é o caso do rio Muza, Chimezi, Nhamucuarara e o vale do Revué.

### 2.3 O Relevo

O rio Revué nasce nos montes Penhalonga, junto a fronteira com a República do Zimbawe (mapa -1), a uma altitude de 1750 metros (Manzanares, 1957:4). Apresenta um percurso inicial de 6 Km, com inclinações muito fortes desenvolvendo-se em seguida no sentido este - oeste (Ibdem)

---

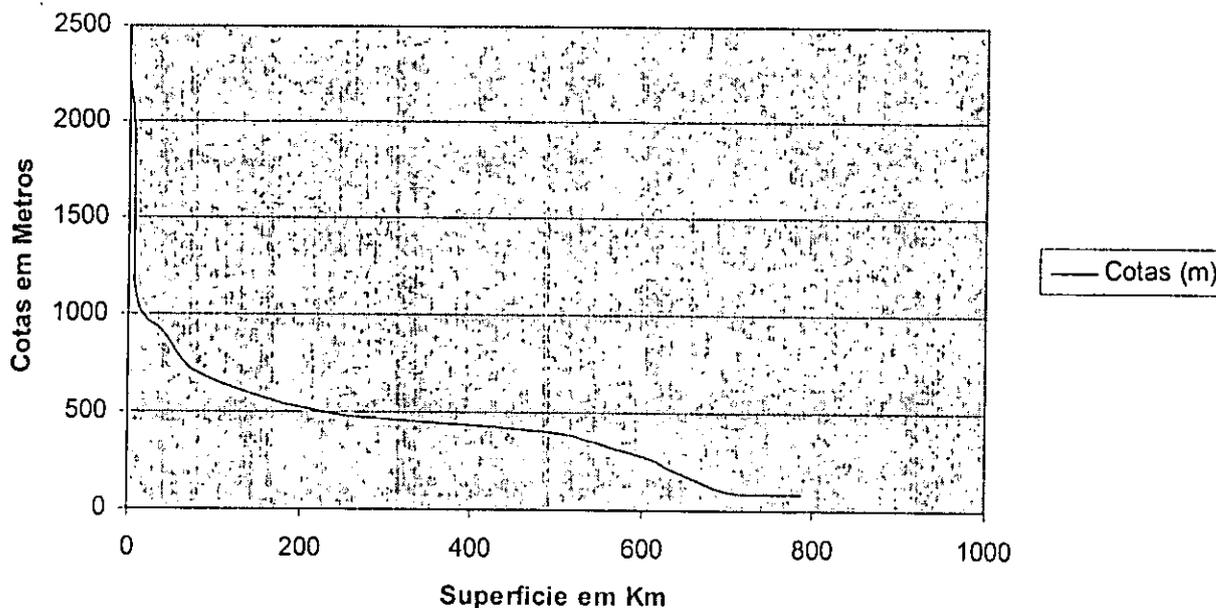
<sup>13</sup> Dobras - Deformações sofridas pelas Rochas como resultado de movimentos tectónicos (Ibdem).

<sup>14</sup> Materiais constituídos por Calhaus, Cascalho, Areia e Partículas finas, depositados ao longo do leito e margens de um Rio (POP, 1992).

Dados hipsométricos da área (gráfico 1) mostram que a bacia do Revuè pode ser dividida de acordo com a altitude em três zonas nomeadamente : A zona de montanha com altitude que varia entre 1000 a 2000 metros, a zona meso-planáltica com altitude compreendida entre os 500 a 1000 metros e a zona baixa ou de planície com cotas frequentemente inferiores a 200 metros ( Vide gráfico n.º 1),

No entanto, a primeira zona situa-se junto a fronteira com a República do Zimbabwe, onde segundo (Manzanares, 1957), desenvolvem-se cabeceiras de linhas de água da bacia que afluem o rio Revuè na sua margem direita. A segunda zona começa logo asseguir e é interrompida pelas serras de Chicamba e Mecuta. A última corresponde as baixas do Revuè com altitudes baixas.

**Gráfico n.º 1: Perfil hipsometrico da Bacia hidrográficoado rio Revuè**



Fonte: adaptado de Manzanares, 1957

Além das formas descritas, a área de estudo é caracterizada pela predominância de planaltos duma declividade variável, sendo frequentes os declives entre 3 a 10% junto aos cursos de água, dando origem a um relevo convexo (Leite, 1992).

## 2.4 Clima

### 2.4.1 Factores do Clima

O território moçambicano situa-se quase todo na zona Intertropical, facto que lhe confere um clima do tipo tropical (Cattizone, 1998:10). No entanto, devido à sua vasta extensão territorial, o país sofre influência de vários factores que contribuem significativamente para a distribuição da temperatura e precipitação.

Segundo Faria (1965:40), a parte norte do paralelo 20° onde enquadra-se a área de estudo, a frente Intertropical Sul (FITS), desloca-se para o sul até a latitude 20°, fazendo com que o território seja afectado pelas massas de ar equatorial, o que provoca precipitação abundante no período que compreende os meses de Novembro a Abril. Durante os meses de Junho a Outubro a área é invadida por massas de ar tropical seco, o que provoca uma estação seca e fria.

Além dos factores cósmicos, as condições fisiográficas da região, em particular a altitude, desempenha um papel relevante nas condições climáticas da bacia do Revuè, destacando-se a existência de zonas altas (acima de 1000 metros), que permite o surgimento de microclimas temperados, com temperaturas compreendidas entre 18° a 20° centígrados, sendo a máxima de 23° a 28° e mínima de 12° a 15° centígrados e a pluviosidade de 1000 a 1500 mm (Boleio, 1957:46). Segundo a classificação de

Torntwait este clima é mesotérmico de altitude, correspondente ao clima temperado CW na classificação de Koopen.

No entanto, estudos efectuados na década de 50 no âmbito do fomento e ocupação da bacia do Revuê ( Manzanares,1957), referem que na área de estudo existem dois núcleos com regime pluviométrico diferente, tendo em conta o factor altitude que são:

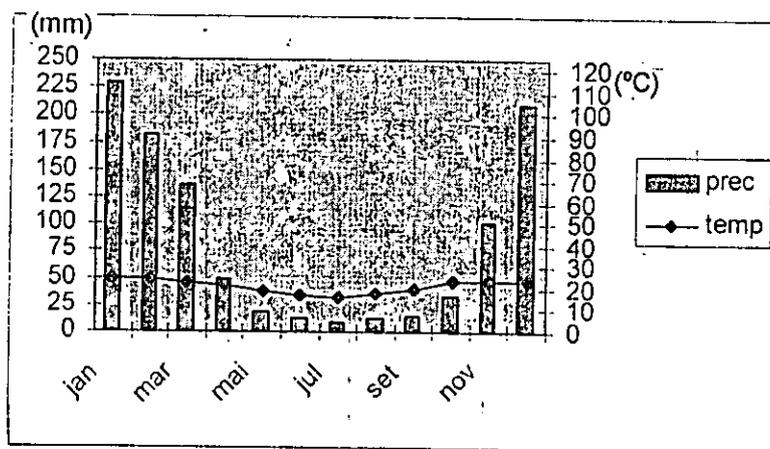
- Núcleo de altas precipitações que corresponde a zona montanhosa, onde a pluviosidade total alcança 1900 mm e;
- O núcleo de baixas precipitações que abrange a restante parte da bacia em que a pluviosidade total anual está na ordem dos 1600mm, decrescendo gradualmente a medida em que desloca-se em direcção a jusante do rio.

#### 2.4.1.1 Variação da Temperatura e precipitação

A temperatura e a precipitação são dois elementos fundamentais que determinam as características climáticas e por conseguinte, condicionam o caudal dentro duma determinada bacia hidrográfica. (Rodrigues, 1986:33).

No caso particular da área de estudo, o gráfico n.º 2 ilustra a variação destes dois elementos no distrito de Manica onde se localiza a área de estudo

**Gráfico n.º 2: Variação da temperatura e da precipitação na área entre Penhalonga**



Segundo o gráfico, os dois elementos sofrem uma variação ao longo do ano.

Nota-se a existência duma estação quente e húmida<sup>15</sup> que começa em Outubro e termina em Abril em que a temperatura média máxima do período regista-se em Janeiro e Fevereiro (24,2° C) e a precipitação máxima do período regista-se no mês de Janeiro.

#### 2.4.2 Classificação climática

O clima de um local descreve-se quantitativamente pelos valores médios de temperatura e precipitação, por ano, num grupo de meses e pela frequência de ocorrência de fenómenos meteorológicos e de valores escolhidos relativos ao respectivo local ( Faria, 1965:7).

Assim, os valores médios de temperatura e precipitação são calculados pelos processos de estatística matemática, a partir de valores resultantes das observações meteorológicas durante um período ou número de anos sucessivos (Ibdem). Segundo Jessen (1994:14) citando o Regulamento Técnico da Organização Meteorológica Mundial, este período deve ser de 30 anos. Neste contexto para a classificação climática da área utilizam-se os seguintes indicadores: Quociente pluviométrico, Coeficiente hidrométrico, Índice de aridez de Martone (Ia) e Coeficiente de Koppen (R).

##### 2.4.2.1 Quociente pluviométrico (Qp)

Este quociente, é uma constante que caracteriza a quantidade de precipitação com que cada mês participa para o total da precipitação anual. Obtem-se pela divisão da altura pluviométrica do mês em per milagem da altura pluviométrica anual, pelo número de dias do mês em per milagem dos dias do ano. Se os resultados obtidos forem superiores a

---

<sup>15</sup> Os critérios de adopção do mês húmido e seco estão desenvolvidos no subcapítulo referente a classificação climática

unidade os meses são chuvosos e se for inferior a unidade os meses são secos. No caso da área a tabela nº 3 ilustra os resultados obtidos

**Tabela -3 Classificação dos meses húmidos e secos de acordo com valores do Qp**

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anua
R (mm)	229,6	181,7	135,5	48,8	18,9	12,8	8,9	12,7	15,5	33,9	103,2	210,2	1011,7
Qp	7,3	6,2	1,3	1,6	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5	1,1	3,4	6,7	
Classificação	H	H	H	H	S	S	S	S	S	H	H	H	

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados climáticos Kassan, A.H et al. " Assessment of land resources for rainfall crop production in Mozambique FAO, 1981"

Deste modo, o clima é chuvoso ou húmido com uma estação húmida de Outubro a abril e estação seca entre os meses de Maio a Setembro.

#### 2.4.2.2 Coeficiente hidrométrico (Ch)

Resulta da razão entre a precipitação total e a temperatura média do período. A sua interpretação é a seguinte: se o coeficiente for superior a 40 o clima é húmido e caso contrario, o clima é seco.

$C_n = P / T = 1011,7 / 21,5 = 47,02$  Neste caso, o clima é húmido.

#### 2.4.2.3 Índice de aridez de Martone (Ia).

Obtém-se pela divisão da precipitação total pela temperatura média acrescida a dez unidades. Assim, se o resultado obtido pertencer ao intervalo entre 30 e 50, o clima está entre endorismo e exorismo ou seja entre climas seco e chuvoso. Se for superior a 50, então o clima é chuvoso.

$I_a = P / T + 10 = 1011,7 / 21,5 + 10 = 47,02$  assim, o clima da área está entre os climas secos e chuvosos, mas com tendência ao clima chuvoso.

#### 2.4.2.4 Coeficiente de Koppen (R)

Representa-se pela soma da temperatura média anual com os coeficientes 22 se chove principalmente no inverno, 33 se chove todo o ano e 44 se chove principalmente no verão. Se a altura pluviométrica for inferior a metade de R, o clima é Árido, se estiver entre a metade de R e R o clima é semi-árido e em casos em que a altura pluviométrica é superior a R, clima é chuvoso.

$R = T + 44 = 21,5 + 44 = 65,5$ . Neste contexto o clima é chuvoso pois que, a altura pluviométrica é superior a R.

Considerando os resultados obtidos, conclui-se que a área de estudo apresenta um clima Tropical Húmido AW na classificação de Koppen. Contudo, devido a influência da altitude, as regiões altas (acima de 1000m) apresentam características dum clima temperado CW na classificação de Koppen, clima mesotérmico de altitude na classificação de Thorntwait.

#### 2.4.1.2 Ventos

No que se refere ao regime dos ventos, a região central de Moçambique, onde se enquadra a área de estudo afectada principalmente pelos ventos do sudoeste (SW) (Boleo, 1957:46).

Os dados do INAM, apresentados em anexo referentes a estação meteorológica de Manica, referentes ao período de 1994 à 1999 confirmam a predominância dos ventos SW<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Vide Tabelas, 20, 21, 22, 23, 24, e25 em anexo

## 2.5 Vegetação

A área entre Penhalonga e a albufeira de Chicamba no distrito de Manica, é caracterizada por uma forte acção humana sobre a cobertura vegetal, não obstante, a existência duma pequena área junto à nascente do rio que ainda conserva as respectivas características naturais

Gomes e Sousa (1966:30), referem que os fogos ateados pelo homem, alastram-se destruindo plantas secas e as folhas das árvores durante a estação seca, período em que a vegetação herbácea seca e a vegetação lenhosa aparece despida de folhas.

Deste modo, segundo a carta de Uso e Cobertura da terra (DINAGECA, 1997), a área de estudo é ocupada pelas seguintes formações vegetais: Floresta de montanha, Plantações de Pinhos e ou/ Eucaliptos, Matagal médio, formação herbácea inundável e formação herbácea arborizada (Vide mapa n.º 3).

### 2.5.1 Floresta de Montanha

Ocupa as regiões com altitude superior a 1300 metros, basicamente os montes Penhalonga, Vengo e Vumba o que corresponde as florestas húmidas e sub-húmidas que habitam as vertentes e plataformas das montanhas (Gomes e Sousa, 1966:52).

As espécies predominantes nesta floresta são: *micrófilas*, *leptófilas escamiformes* e *esclerifilos* entre os afloramentos rochosos (ibdem).

Na área junto aos montes Penhalonga, a maior parte das espécies desta formação estão quase completamente substituídas pelas plantações de *Eucaliptos* e *pinheiros* que

revestem quase toda a região, excepto uma pequena área situada junto a nascente do rio (DINAGECA, 1997)<sup>17</sup>

### **2.5.2 Plantações de Pinhos e Eucaliptos**

Ocupam toda a área junto a fronteira com a República do Zimbabwe, revestindo quase todo o monte Penhalonga e na povoação de Bandula, na parte Leste da vila de Messica.

### **2.5.3 Formação Herbácea Inundável**

A referida formação abrange todas áreas aluviais da bacia susceptíveis a inundações temporária durante a estação chuvosa. As plantas existentes são herbáceas e raramente alcançam 0.5 metros de altura. Nesta formação vegetal predominam gramíneas.

### **2.5.4 Formação herbácea arborizada**

Ocupa as porções logo a seguir, principalmente as zonas baixas que não são afectadas pelas inundações temporárias e compreende as formações vegetais com 0.5 a 3m de altura. (DINAGECA, 1997).

Apresenta um extracto graminoso de *hiparrhnia*, *caudetia*, nas zonas altiplanálticas sub litorais e um estrato arbóreo e arbustivo nas depressões (Gomes e Sousa 1966:590)

### **2.5.5 Matagal Médio**

Esta formação, cobre a margem esquerda da bacia, logo a seguir as plantações de pinhos e eucaliptos e numa pequena porção a Leste da vila de Manica. Nesta formação vegetal, as árvores apresentam altura que varia de 3m a 7 metros.

Apresenta arbustos de estatura média, conhecidos por *urgireis* de *Fillipia* e *Ericinella Manni* em trechos residuais (Ibdem)

---

<sup>17</sup> vide mapa nº 3

## 2.6 SOLOS

O solo é uma mistura de material inorgânico, resultante da desagregação da rocha mãe e da matéria orgânica proveniente da decomposição de plantas e animais ( Marshall & Holmes, 1992:1 ).

Entretanto, o seu desenvolvimento difere duma região a outra como resultado da acção de vários factores como é o caso da rocha mãe, clima, vegetação e topografia (Ibdem).

Assim, a classificação e descrição que se segue (vide mapa n.º 2), baseia-se na carta de solos da provincia de Manica, Escala 1:1000000 (INIA:1992 ) considera esses factores, tendo em conta a classificação da FAO que baseia-se na composição química do solo e da USDA, a que é uma classificação qualitativa para o uso geral da terra, dando importância a conservação e produtividade sustentável da terra.

### 2.6.1 Classificação e Descrição dos solos

#### Solos Argilosos Vermelhos

Ocupam os interflúvios, encostas superiores e planaltos, desde a nascente do Revuè nos montes Penhalonga até a vila de Manica. São solos profundos de cor vermelho acastanhado, de formação precâmbria, compostos basicamente por segmentos de rochas graníticas e gnaisicas.

Apresentam textura que varia de franco arenosa a argilo arenosa. De acordo com a classificação da FAO (1980 e USDA 1989), esses solos designam-se *Rhodic Ferral soils* e *Rhodic Entrustox* respectivamente. Apresentam limitações na fixação do fósforo e na fertilidade.

### ✕ Solos líticos

Delimitam os solos argilosos vermelhos na parte Norte e Sul da área de estudo e ocupam uma pequena área a Leste da albufeira de Chicamba.

Estes solos são superficiais de profundidade moderada ( inferior a 30 cm), sobre a rocha alterada ( rochas ácidas, granitos e gnaises de formação precâmblica) característica das zonas erosionadas.

Apresentam textura arenosa a franco arenosa, Segundo a FAO (1988) e USDA (1989) denominam-se *Eutric leptsoils e litic ustorthents*. Apresentam aptidão moderada para a reserva natural. As principais limitações são: fraca profundidade e riscos de erosão.

### Solos arenosos avermelhados e solos arenosos castanhos

Ocupam a área entre a vila de Manica e a albufeira de Chicamba

#### Solos arenosos avermelhados.

Apresentam uma coloração avermelhada com evidências de rochas do precambrio (complexo granito – gnaisse) , textura arenosa a arenosa franca. A sua aptidão varia de moderada a marginal. A FAO e a USDA atribui a seguinte classificação: *Feralitic – Arenosoils e Ustic Quartzpsament* respectivamente.

Principais limitações: fraca capacidade de retenção da água e baixa fertilidade.

#### Solos arenosos castanhos

São solos profundos com forte representação do complexo granito gnaisse, apresentam textura arenosa a arenosa – franco. Considerando a classificação da FAO e da USDA são designados *Feralitics Arenosoils e Ustic Quartzipsamente* respectivamente. A sua aptidão de terra varia de moderada a marginal.

## 2.7 Hidrografia

A bacia hidrográfica do rio Revuè, com uma área total de 7870 Km<sup>2</sup> tem um total de 16 afluentes principais dos quais 9 situam-se na margem esquerda e 7 pertencem a margem direita. Deste total, sete fazem parte da área de estudo numa superfície total de 2800Km<sup>2</sup>, entre os quais, quatro estão na margem direita nomeadamente: Rio zambuzi, Munene, Zonué e Nhamangane (vide mapa nº 5).

Os principais afluentes da margem esquerda são: rio Nhamachato, Chimedzi e rio Messica.

### 2.7.1 Águas superficiais

A compreensão da ocorrência de águas superficiais e subterrâneas numa determinada área de estudo, requiere o conhecimento das características topográficas e geológicas da área (Viessman et al., 1989:419).

A ocorrência de falhas e fracturas na área, torna possível a presença de águas fluviais. Entretanto, devido a irregularidade topográficas o escoamento da água não tem uma direcção única.

O processo de escoamento da água começa das zonas altas para as mais baixas em cursos sazonais, temporários e permanentes que dum modo geral drenam as suas águas para o rio Revuè.

Os caudais permanentes na área de estudo são: Rio Zambuzi, Munene, Nhamangane e Zonué. Os rios sazonais são Chua e Nhamachato, sendo estes afluentes do Revuè.

### 2.7.3 Regime do rio

O termo acima, refere a variação do caudal dum determinado rio durante o ano (Ward,1975:312). A análise do regime do rio é feita mediante te a determinação de um certo intervalo de tempo representativo que varia dum modo geral de 20 à 30 anos (Shaw,1994:289).

Assim, as descargas médias calculadas para cada mês são necessárias para chegar a conclusão sobre o regime do rio (ibdem).

Contudo, a variação do caudal do rio ao longo do ano é uma consequência directa das características climáticas numa determinada área geográfica (UNESCO,1989:176). Neste contexto para a área de estudo usam-se dados climáticos referentes ao distrito de Manica durante um período de 30 anos (Vide tabela n.º 4).

**Tabela n.º 4: Distrito de Manica - dados climáticos referentes ao período de 1950 - 1980**

M	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
P	229.4	181.7	135.5	48.8	18.9	12.8	8.9	12.7	15.5	33.9	103.2	210.2	1011.2
T °C	24.2	24.2	23.2	21.5	18.8	17.0	15.8	18.0	20.3	23.3	24.1	24.0	21.2

M- meses; P - Precipitação em (mm);

Fonte: Kassan,A.H et al. Assessment of Land Resources for Rainfal Crop production in Mozambique (p.p:37) FAO,1981.

Neste caso constata-se que há duas estações (chuvosa e seca) que determina o regime do rio. A tabela n.º 15 referente aos caudais afluentes a albufeira de Chicamba indicam esta variação ao longo do ano.

#### 2.7.4 Águas Subterrâneas

No que concerne as águas subterrâneas, não existe informação completa. Contudo, segundo um estudo realizado pela ARA CENTRO, publicado em 1998, com o título "Avaliação dos recursos hídricos para o abastecimento de água a vila de Manica", a área de estudo, pertence ao complexo cristalino, em que o potencial de produção é limitado, facto que permite concluir que a ocorrência de águas subterrâneas na área é limitado, fundamentalmente nas zonas altas e declivosas.

#### X 2.7.5 Albufeira de Chicamba.

##### Características Geográficas

A albufeira de Chicamba situa-se a cerca de 624 metros de altitude, na bacia hidrográfica do rio Revuè entre 19° 08' de latitude sul e 33° 08' de longitude leste, com uma área total de 120 Km<sup>2</sup> e a profundidade máxima de 61 metros(G.E.E, 1984:2)

A Albufeira alimenta-se de vários rios, dos quais o rio Revuè, com um caudal médio anual de 3.4 m<sup>3</sup>/s é o principal (Ibdem)

Dados existentes da secção de hidrologia da SHER/EDM<sup>18</sup>, revelam a seguinte contribuição para cada um dos afluentes : Rio Chimezi (0,975 - 5,00 m<sup>3</sup>/s), Muza (0,138 - 0.40m<sup>3</sup>/s), Revuè (1,952 - 9.84m<sup>3</sup>/s), Messica (0,117 - 1.07m<sup>3</sup>/s), Dupodzi(0.047 - 0.377m<sup>3</sup>/s), Zonué (2,021 - 8.30m<sup>3</sup>/s) e Nhamangue (0.030 - 2.82m<sup>3</sup>/s).

##### Circulação da água

As correntes por influxo do rio são limitadas. O vento prevalecente do Sudoeste (SW) provoca uma corrente das águas superficiais na direcção do rio Revuè, resultando uma contracorrente em direcção a parte mais baixa (Vissers &Robelus 1984:23).

<sup>18</sup> Relatório interno nº 16/82

Durante a época chuvosa, os afluentes que entram na albufeira ,iniciam uma corrente de fundo (Vide fig. nº 2). A circulação mais completa, realiza-se uma vez por ano, durante a quebra do termocline<sup>19</sup>, fenómeno que ocorre no mês de Julho. Nos meses seguintes, a temperatura aumenta e um novo termocline estabelece-se, provocando uma estratificação que permanece em todo o ano (ibdem).

Entretanto, duma maneira geral o movimento das águas superficiais efectua-se na direcção do braço do rio Revuê, como resultado dos ventos predominantes, sendo a componente Sudeste a mais frequente.

No braço do rio Messica, a circulação é muito limitada. O vento do norte, efectua uma acção nas águas superficiais que neste caso movimenta-se na direcção da albufeira de Chicamba (Povry,1981:19).

### **3 ACTIVIDADES HUMANAS COMO FONTES DE POLUIÇÃO**

O distrito de Manica tem uma área total de 4,4 mil Km<sup>2</sup>, correspondente a 7,1% da área total de Moçambique (INE,1998).

Segundo os resultados definitivos do segundo recenseamento geral da população e Habitação, o Distrito de Manica tem uma população total de 155731 habitantes e uma densidade populacional de 35,5 habitantes por Km<sup>2</sup>. Esta população distribui-se duma forma irregular pelo território (Vide tabela n.º 5).

---

<sup>19</sup> Camada de água logo após a superfície onde a insidência da radiação solar e por conseguinte a temperatura da água diminui consideravelmente ( DGRAH, 1984)

**Tabela n.º 5 : Distribuição da população por Cidade, Vila e Posto administrativo**

Local	População		Total
	Homens	Mulheres	
Cidade de Manica	14532	14036	28563
Vila de Machipanda	17589	17536	35625
Vila de Messica	19457	19874	39331
p. A. Mavonde	6181	6404	12585
P.A. Vanduzi	19596	20526	40122
Total	86927	84129	155731

Fonte: INE, 1999: Resultados Definitivos do II Recenseamento Geral da População e Habitação. Maputo, Julho de 1999

A população de Manica está envolvida em várias actividades, dentre as quais, espera-se um impacto na qualidade e distribuição dos recursos hídricos das actividades mineira, agrícola, habitacionais, industrial e Obras Hidráulicas (Vide Fig. nº 1).

### 3.1 Actividade mineira

A actividade mineira envolve o processo de escavação e lavagem do minério junto ao leito do rio. Durante a lavagem, parte considerável das partículas de areia inúteis

permanecem na água, contribuindo deste modo para o Incremento de sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão e matéria orgânica que resulta em parte da retirada da cobertura vegetal durante a escavação. Como consequência aumenta a turvação da água<sup>20</sup>

### \* 3.2 Actividades Agro-Florestais

As actividades agro-florestais implicam uma mudança na cobertura vegetal, provocando uma alteração no solo e no balanço da água (GEE, 1984:5)<sup>21</sup>.

No entanto, uma alteração da cobertura vegetal, aumenta a acção da água sobre os solos, o que incrementa a erosão do solo e posteriormente a quantidade da matéria orgânica e a turvação da água.

Além disso, o uso de fertilizantes em campos de cultivos situados junto as margens do rio pode contribuir para o aumento de resíduos químicos na água (Nitritos, nitratos, fosfatos e outros).

### 3.3 Infra-estruturas Habitacionais

A instalação de infra-estruturas habitacionais é acompanhado por uma progressiva alteração do meio ambiente (GEE, 1994:6).

No caso particular dos recursos hídricos nota-se principalmente : a retirada da água para o abastecimento público, irrigação dos campos por um lado e a deposição de resíduos domésticos e industriais, resultando na alteração da qualidade de água e por conseguinte a respectiva disponibilidade para diferentes usos.

<sup>20</sup> As fotos 1, 2, 3, 4 e 5 em anexo ilustram o processo de mineração do Ouro em Nhamachato.

<sup>21</sup> Bulletin nº 14

## 4 - RESULTADOS

### 4.1 - A qualidade da água do rio Revuè (Penhalonga – Chicamba)

O diagnóstico de uma massa de água sob o ponto de vista qualitativo para o abastecimento público ou para avaliar os níveis de poluição, é feito tendo em consideração as características físico- químicas ou parâmetros físico- químicos e microbiológicos (DGRÁH, 1984:1175 ).

Assim, os dados que se apresentam , resultaram do trabalho de campo realizado entre os dias 27/04/2000 à 15/05/2000 e outros existentes na literatura, principalmente as análises do GEE ,1984; SHER/EDM<sup>22</sup>(1999). Tais dados revelam a concentração de impurezas na água desde a nascente do rio em Penhalonga até a albufeira de Chicamba baseado em alguns parâmetros Físico, Químicos e microbiológicos segundo o modelo de análise da qualidade de água baseado na definição de critérios. .

#### 4.1.2 – Temperatura

A temperatura da água dum rio, está ligada a temperatura ambiente, (Guale 999:36). Esta variável tem influência na velocidade das reacções químicas, na solubilidade dos gases e na taxa de crescimento de microrganismos.

As medições do campo, revelam valores diferentes em estações de amostragens<sup>23</sup> do rio Revuè (R1, R2 e R3), do afluente que passa pela cidade de Manica, rio Munene (N1 e N2) e quase idênticas no rio Messica ( M1 e M2), no entroncamento Messica Revuè ( RM1, e RM2) e a nível da albufeira de Chicamba (C1 e C2<sup>21</sup>), vide a tabela nº 6) .

<sup>22</sup> Bolctim de analise nº25/ Setembro de 1999

<sup>23</sup> O Mapa nº5 mostra as estações de amostragens seleccionadas na área de estudo

Tabela nº 6 –Variação da temperatura da água na área

Penhalonga–Chicamba.

Estação de amostragem	Data	Temperatura da água em °C	Temperatura ambiente °C
R1	7/05/2000	13.8	15
	10/05/2000	16.2	17.3
R2	7/05/2000	18.4	17.8
	10/05/2000	18.2	19.4
R3	7/05/2000	22.1	24.5
	10/05/2000	20.4	22.3
N1	7/05/2000	22.3	23.5
	10/05/2000	23.2	24.1
N2	7/05/2000	25.4	27.2
	10/05/2000	23.1	25.1
M1	7/05/2000	24.4	25.6
	10/05/2000	22.5	25.9
M2	7/05/2000	24.1	25.6
	10/05/2000	24.7	25.1
RM1	7/05/2000	24.4	25.6
	10/05/2000	25.1	25.2
RM2	7/05/2000	24.1	25.5
	10/05/2000	25.2	25.2
C1	7/05/2000	24,3	24.9
	10/05/2000	23.9	24.2
C2	7/05/2000	24.2	24.9
	10/05/2000	23.9	24.2

Fonte: elaborada com base em medições de campo

Como se pode observar, na tabela acima representada, existe um aumento da temperatura da montante à jusante do rio. Este aumento resulta em parte das características topográficas da área e das mudanças observadas na cobertura vegetal, pois que, a altitude diminui da montante à jusante do rio<sup>24</sup>.

Devido as limitações técnicas, não foram feitas medições além da superfície terrestre.

Contudo, dados existentes na Sociedade Hidroeléctrica do Revuê (SHER) referentes ao

<sup>24</sup> Vide gráfico nº1 no capítulo referente as características da área de estudo

período de (1980 – 1982), mostram uma diminuição da temperatura da superfície para o fundo da albufeira.

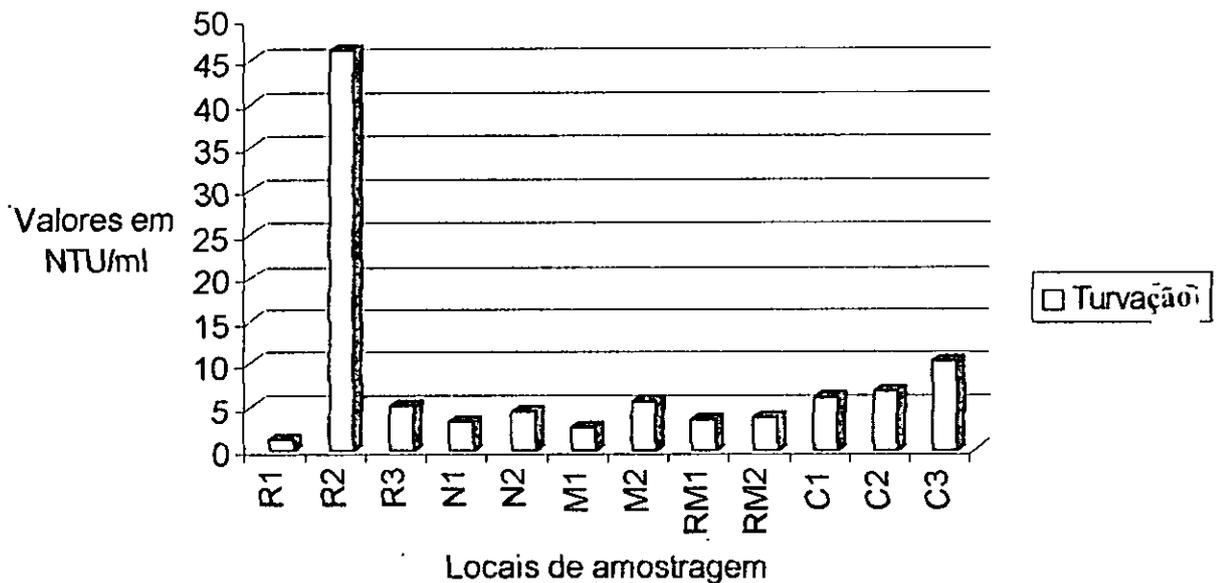
Ao longo da superfície, a temperatura varia entre 19° C a 25 ° C, sendo a mínima registada no inverno ( Maio) e a máxima registada no verão ( outubro), de acordo com a periodicidade de amostragem. Medições efectuadas a profundidade de 55 metros em C2 mostram um valor médio de 19,8° C. Este valor mostra uma ligeira diminuição da temperatura da superfície para o fundo do lago.

#### 4.1.2 – Turvação

O conceito de turvação é atribuído a águas que tem materiais em suspensão. Os referidos materiais podem ser de origem orgânica ou inorgânica, podendo variar desde partículas coloidais até sólidos de uma certa dimensão, dependendo do grau de turbulência da água.

Resultados do campo indicam uma diferença entre os locais seleccionados para a amostragens. Em R1 o valor médio obtido é de 1 NTU, 46,2NTU em R2, 3.1 NTU em R3 e nas amostras C1, C2 e C3 referentes a albufeira de Chicamba os valores da turvação são : 6 NTU, 6.7 NTU e 10.1 NTU respectivamente.(vide gráfico nº 3).

Gráfico n.º 3 variação da turvação na área entre Penhalonga – Chicamba no Rio Revuê e alguns afluentes



De acordo com os valores apresentados no gráfico observa-se que os valores da turvação, são elevados em R2 (NHAMACHATO hamachato) e na albufeira de Chicamba.

Em Nhamachato (R2), apesar da análise laboratorial ter sido realizada numa estação chuvosa, o valor elevado de turvação, deve-se em parte a actividade mineira desenvolvida pela população na área, cuja lavagem é feita no rio Revuê..

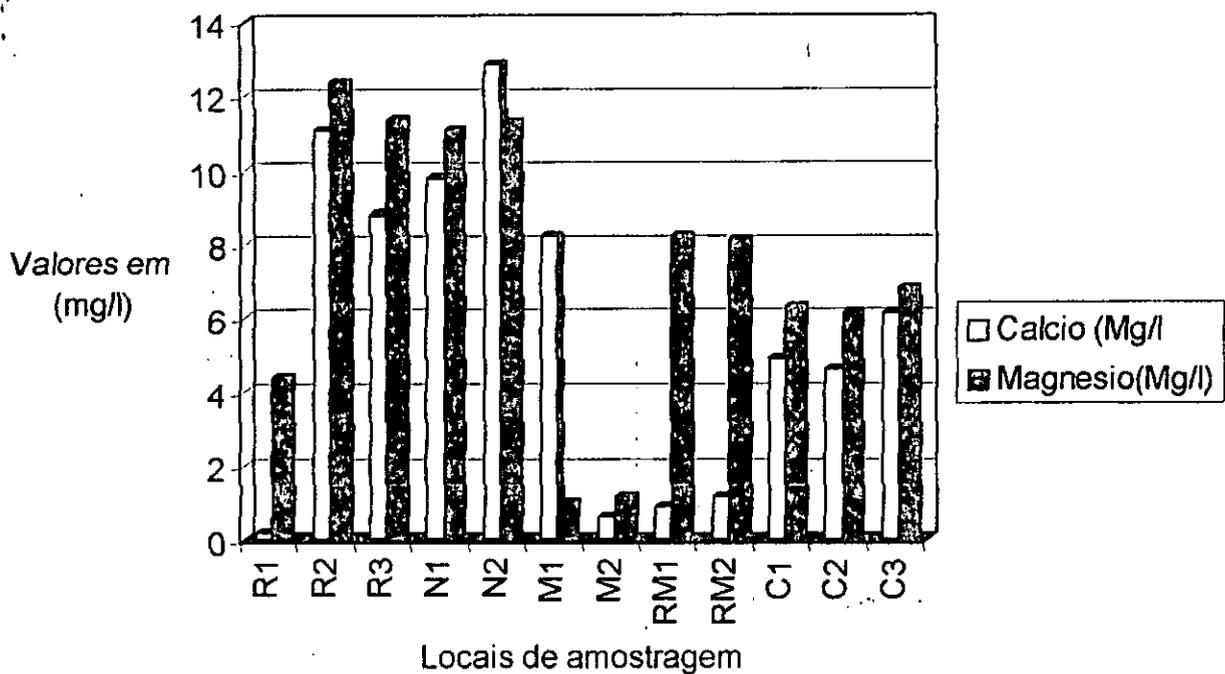
Estudos anteriores, (GEE,1984, SHER E EDM,199), mostram uma variação compreendida entre 0 NTU – 43 NTU no período entre Fevereiro de 1982 e Outubro de 1982 e durante o mês de setembro de 1999. O valor máximo registou-se em C3 a uma profundidade de 55 metros. Estes valores indicam que a albufeira constitui um reservatório de materiais provenientes da montante da bacia hidrográfica, ( Vide a tabela nº 15 em anexo).

#### 4.1.3 – Cálcio e Magnésio

O cálcio é um dos elementos mais abundantes na água, podendo a sua concentração variar entre zero e centenas de miligramas por litro. Esta variação depende das características geológicas, da fonte e do tipo de tratamento efectuado, para o caso de água do furo ou fontanários (LNHAA, 1997: apêndice II).

A concentração destes elementos na água é normal quando os valores variam entre 20 à 50 mg/l e valores expressivos tornam a água demasiada dura (ibdem). O gráfico nº 3 ilustra os resultados da análise laboratorial durante o trabalho de campo..

**Gráfico nº 4: Concentração dos elementos Cálcio e Magnésio na área entre Penhalonga - Chicamba do Rio Revuê e alguns afluentes .**



Considerando o gráfico, o local R2 (Nhamachato) e N1 (Machipanda) apresentam valores relativamente elevados quando comparados com os outros lugares de amostragem. Este facto resulta em parte do contacto da água com as rochas do subsolo removidas durante o processo de extracção mineira em R2 e da extracção de areia usada para a pintura das casas por parte da população residente em Machipanda na estação de amostragem N1.

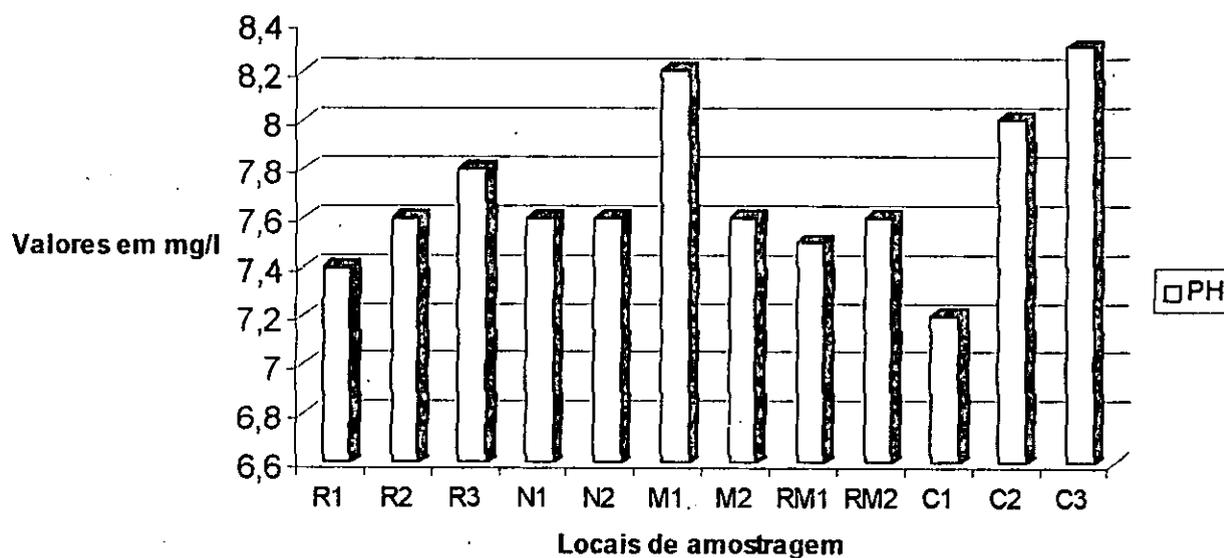
O magnésio mostra a mesma tendência, pois que, a maior concentração de 12.4 mg/l observa-se em R2.

#### 4.1.4 – PH

O PH é um parâmetro de qualidade de água muito importante nas águas naturais e residuais que mostra a concentração do ião de hidrogénio  $H^+$ . Este parâmetro indica a acidez ou alcalinidade duma determinada massa de água. Assim, são águas ácidas quando o valor do PH é inferior a 7, neutra quando o PH é igual a 7 e alcalinas quando o PH é superior a sete.

O valor do PH resultante do o trabalho de campo mostra valores compreendidos entre 7.2 à 8.2 ( Vide o gráfico nº 5)

**Gráfico n.º 5 : Variação dos valores do PH na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuê e alguns afluentes.**



Considerando os valores do gráfico a água da área de estudo é alcalina. Isto revela a concentração de sais na água. Segundo os padrões de qualidade de água da OMS, e as

normas Moçambicanas (LNHAA: AII), a água do rio principal e afluentes seleccionados não tem carbonatos nem hidróxidos

#### 4.1.5 – Dureza

Designa-se por águas duras aquelas que exigem muita quantidade de sabão para produzir espuma ou que provocam incrustações na tubagem de água quente, panelas ou em outros equipamentos nos quais a temperatura da água é elevada (DGRÁH,1984:1181).

A dureza da água é devida a concentração total dos catiões Cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e Magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ), LNHAA (1997: A-II). A tabela nº ilustra os resultados obtidos durante o trabalho de campo.

**Tabela nº 7: Dureza da água em locais de amostragem**

Locais de amostragem	Dureza Total
R1	48
R2	58
R3	50
N1	100
N2	272
RM1	48
RM2	54
C1	40
C2	47
C3	56

De acordo com a tabela, existe uma variação de 48 – 272 mg/l. Valores elevados registaram-se no rio Munene.

Segundo a norma moçambicana, (LNHAA 1997), os valores da dureza são interpretados de acordo com a seguinte escala:

**Concentração Designação**

0 - 70 mg/l	água muito macia
70 - 150 mg/l	água Mácia
150 - 220 mg/l	água semi - dura
220 - 420 mg/l	água dura
420 e mais	água muito dura

Fonte: LNHA, 1997

Assim, de acordo com esta escala a água da área varia de muito Mácia no rio principal e albufeira de Chicamba e Macia para o rio Munene. Isto significa que a água da área de estudo não necessita de muita quantidade de sabão para produzir espuma, o que permite concluir que a água da área é normalmente usada para lavar roupa e para o banho.

#### 4.1.6 – Conductividade eléctrica

A conductividade eléctrica de uma solução aquosa refere-se a capacidade desta de conduzir corrente eléctrica. Esta depende da concentração de substâncias iónicas dissolvidas e o seu valor é medido em mho/cm.

A medição foi efectuada directamente em locais seleccionados a partir dum condutímetro, calibrado com uma solução padrão cuja a concentração é conhecida.

Deste modo, em todos pontos seleccionados, os valores obtidos são 62 mho/cm, 63 mho/cm e 68 mho/cm para R1, R2 e R3 respectivamente.

No rio Munene, afluente do Revuè que passa pela cidade de Manica, os valores observados são relativamente elevados, sendo de 137 mho/cm e 238 mho/cm para N1 e N2 respectivamente. Este valor resulta em parte da deposição de águas residuais provenientes da vila de Machipanda e cidade de Manica, pois que o uso de fertilizantes é fraco por parte de camponeses.

Os locais de junção das águas do rio principal e o afluente Messica RM1 e RM2, os valores médios de conductividade são 78 mho/cm e 85 mho/cm.

A nível da albufeira de Chicamba, os locais C1, C2 e C3 registaram-se os seguintes valores médios: 87mho/cm, 140mho/cm e 138mho/cm.

Duma maneira geral a conductividade eléctrica ao longo da área de estudo é baixa quando comparado com o valor mínimo exigido de 750mho/cm para água destinado ao consumo humano.

#### ⊗ 4.1.7- Indicadores de poluição

A literatura existente (LNHAA,1996:Ap-II, DGRÁH,1984:1178), considera como indicadores de poluição substâncias que geralmente não estão presentes na água ou estão em concentrações reduzidas.

As referidas substâncias podem ocorrer de uma contaminação por esgoto ou de outras fontes. Segundo o LNHAA (1997: Ap -II.), na maior parte dos casos, estes poluentes resultam de uma contaminação de origem biológica.

Entretanto, os principais indicadores de poluição são: Compostos azotados (Amoníaco, Nitritos e Nitratos); Matéria orgânica - oxidabilidade e fósforo.

##### 4.1.7.1 - Matéria orgânica

O teor de matéria orgânica em água é estimada de maneira presuntiva pelo gasto de permanganato de potássio e os resultados expressos em miligramas por litro (mg/l) de O<sub>2</sub>. Contudo, devido as limitações materiais por parte do laboratório provincial de águas de Chimoio, não foi possível determinar a concentração actual da matéria orgânica.

Contudo, dados provenientes da literatura (GEE,1984:28 - 33), revelam que a concentração do oxigênio no fundo do braço do Revuè é mais elevada que no braço de numerosas. Estes valores são elevados quando comparados quando comparado com o limite admitido na água potável de 2,5 mg/l

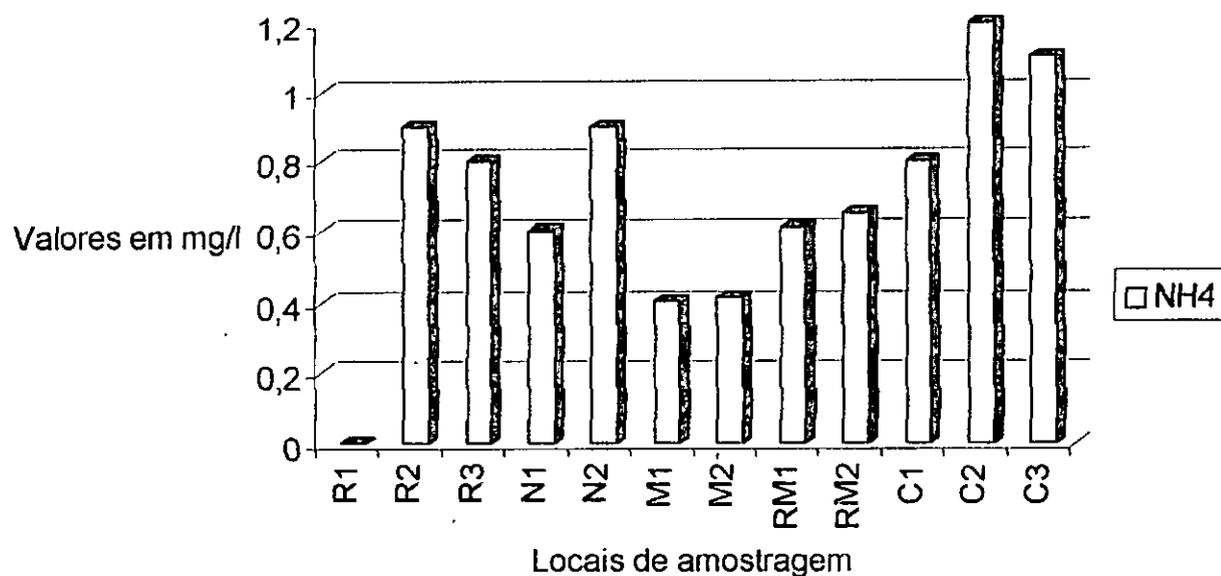
#### 4.1.7.2- Compostos azotados

O azoto cuja formula química é  $N_2$ , está presente em organismos vivos sob a forma de proteínas. Estes organismos, eliminam substâncias azotadas durante o seu metabolismo e quando morrem, estes compostos são degradados por microrganismos até a formação de moléculas simples como o amoníaco, Nitritos e nitratos.

#### 4.8.3 – Amoníaco ( mg/l $NH_4$ ).

A presença deste composto em quantidades elevadas indica uma contaminação biológica recente, pois que, este composto é libertado directamente da matéria orgânica. Resultados do trabalho de campo a nível da albufeira de Chicamba mostram a concentração de 0.8mg /l, 1.2mg/l e 1.1mg/l para C1, C2 e C3 respectivamente (vide gráfico nº 6)

Gráfico nº 5 Concentração do Amoníaco na área entre Penhalonga - Chicamba, Rio Revuê e alguns afluentes.



Dados referentes ao mês de setembro de 1999, (Boletim de análise nº 25, EDM), revelam uma concentração variável de 0.10 – 0.14 mg/l. Estes resultados uma contaminação relativamente recente. No período de 1980 – 1982 a concentração media registada foi de 0.10 mg/l na albufeira de Chicamba.

#### 4.1.7.3— Nitritos

Os Nitritos presentes na água, resultam da decomposição da oxidação do amoníaco a nitrito. Entretanto, um elevado volume deste compostos, indica uma contaminação orgânica relativamente recente.

Dados referentes ao mês de setembro de 1999<sup>25</sup> mostram a concentração de 0.18 mg/l, 0.28 mg/l e 0.53 mg/l para os locais C1, C2 e C3 a nível da albufeira de Chicamba, enquanto que os resultados das análises efectuadas durante o trabalho de campo indicam uma concentração representada na tabela nº 8

**Tabela nº 8 Concentração de Nitritos na área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba.**

Local	R1	R2	R3	C1	C2	C3
Concentração (Nitrito)	0.18	1.8	0.9	1.0	1.4	1.3

Em relação aos resultados de Setembro, a nível da albufeira observa-se uma elevação do teor de Nitritos. Contudo, esta subida deve-se a deposição de enormes quantidades de substâncias dissolvidas nesta estação.

A nível da estação de amostragem R2 no rio principal a concentração está aliada à acumulação de material orgânico na ponte destruída pela acção das chuvas, pois que, junto a estrada, observou-se enormes quantidades de paus, capim e folhas em estado avançado de degradação.

#### 4.1.7.4 - Nitratos

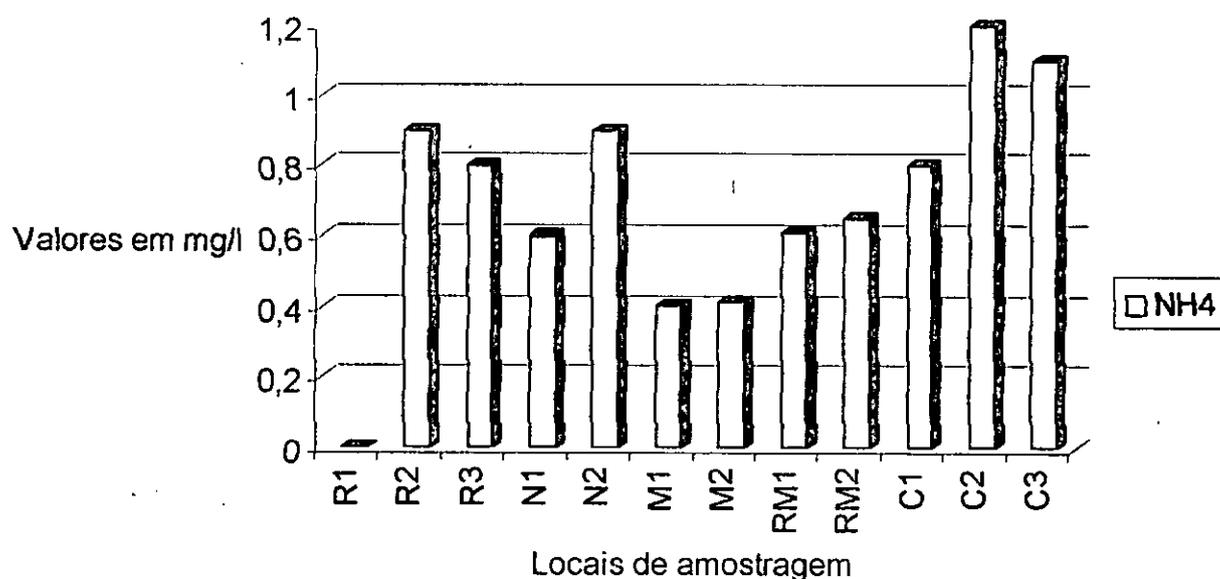
Os nitratos representam a última etapa da oxidação do nitrogénio de origem biológica (LNHAA,1997). A concentração deste composto na água em quantidades elevadas indica uma contaminação orgânica prolongada.

Um teor elevado de nitratos pode resultar, dum tratamento intensivo do terreno com adubos azotados, sem que este facto esteja ligado com a qualidade higiénica da água (Ibdem)

<sup>25</sup> Bolctim de analise nº 25 EDM setembro, 1999

Resultados referentes ao mês de setembro de 1999 revelam uma variação de 0.8 – 1.8 mg/l na albufeira de Chicamba e dados de Maio de 2000<sup>26</sup>, mostram uma variação de 0.8 – 1.2 mg/l na albufeira e 0.7 – 1.3 ano braço do Revuê. (Vide o gráfico nº 6.). Contudo, os nitratos ainda não constituem limitação para o uso da água, na medida em que a concentração máxima admitida é de 50mg /l<sup>27</sup>.

**Gráfico nº 6 Variação da concentração de Nitratos na área entre Penhalonga-Chicamba nos locais de amostragem.**



#### 4.1.7.5 - Fosfatos

Os fosfatos mostram a presença do elemento fósforo em águas (DGRAH, 1984). Este elemento é bastante nutritivo, por isso, pode ser um elemento que limita a produtividade da água (LNHAA, 1997).

<sup>26</sup> Resultados da análise efectuada pelo autor no laboratório provincial de Chimoio

<sup>27</sup> Limite admitido pelos padroes da OMS (LNHAA).

Os elementos fosfatados na água, apresentam-se sob a forma de compostos orgâno-fosforados que podem resultar de adubos e pesticidas provenientes do desenvolvimento duma agricultura intensiva (FAO,1984)

Resultados referentes ao mês de Setembro de 1999 mostram uma variação de 0.04 – 0.045 mg/ na albufeira, enquanto que os resultados obtidos em Maio de 2000 durante o trabalho de campo indicam uma variação de 0.01 - 0.047 (vide Tabela nº 16 em anexo). Tal como acontece com as outras substâncias referidas anteriormente, a maior concentração na albufeira registou-se em Maio, mês referente ao fim da estação chuvosa.

Considerando a classificação de Walmnsley e Buth (1981) baseado na concentração doo fosfatos a 'agua da área se estudo varia de oligo-mesotrifica à mesotrófica. (Vide tabela nº 15)

#### 4.1.8 – Características microbiológicas

As massas de água, constituem um habitat para numerosos organismos. O conhecimento destes organismos é útil para avaliação da toxicidade das massas de água, como resultado de efluentes de águas residuais rejeitadas para o ambiente e para a conservação da eficácia da vida biológica (DGRAH, 1984: 1187).

Devido a complexa tarefa de identificação destes microrganismos geralmente patogénicos e elevados custos envolvidos durante o processo, é habitual a contagem apenas das bactérias coliformes totais e fecais como um indicador de bactérias patogénicas<sup>28</sup> presentes na água (ibdem).

---

<sup>28</sup> Grupo de organismos que provocam doenças como: *Salmonella typh*, *Salmonella paratyph* responsáveis pela febre tifoide e paratifoide *Shigellasp* causadora de disenteria bacilar e outras.

Os coliformes totais e fecais compreendem o grupo de bactérias grán-negativas, com forma de bastonete aeróbicas e anaeróbicas que em menos de 48 horas fermentam a lactose a uma temperatura compreendida entre 35° - 37 °C, com a produção de ácido aldeído (LNHAA Ap-II)

Todas as amostras examinadas no laboratório provincial de águas de Chimoio com caldo de Macconkey, durante o trabalho de campo, retirando as amostras colhidas em R1, cresceram num período de 24 horas, o que revela a presença de bactérias coliformes na água ( Vide tabela nº 9 em anexo)

Os resultados das análises mostram a contaminação da água por bacilos coliformes verde brilhante por coliformes totais acima de 2100/100ml retirando as amostras colhidas junto a nascente do rio em Penhalonga (R1), que apresenta água insenta de bactérias coliformes.

Segundo os padrões da Organização Mundial da Saúde, retirando o local de amostragem R1, os restantes locais de amostragem apresentam água imprópria para o consumo humano.

A literatura existente (GEE,1984:Bulletin 14), revela a existência de outros organismos fitoplantónicos e Zooplantónicos.

Segundo este relatório, existe em locais de amostragem, espécies indicadoras para uma certa eutroficação tais como: representantes do género *Synedasmus*, divisão *cyanophita* que são mais abundantes nos braços e as espécies das famílias *desmideaceas* indicativas para águas oligo-mesotróficas encontram-se em maior abundância no lago Chicamba<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Mais detalhe deste capítulo consultar o bulletin 10 "GEE, 1984 " Instituto Nacional de Saúde.

O mesmo estudo mostra que os géneros *peridinium* e *ceratium*, são as espécies mais abundantes no braço do Revuè o que indica a predominância das condições oligo-mesotróficas.

## 4.2 Quantidade e distribuição dos recursos hídricos

### 4.2.1 Uso da água

A água da área é usada para a produção de energia eléctrica, actividade mineira, agricultura, abastecimento a população na vila de Messica e Cidade de Chimoio.

Durante o trabalho de campo, constatou-se que não é frequente por parte da população local usar a água do rio para a irrigação, pois que, as planícies localizadas ao longo das margens do rio principal tem humidade suficiente para o crescimento das culturas praticadas como é o caso de hortícolas, milho e inhame.

Em certos casos, os camponeses abrem canais de drenagem em direcção ao rio para diminuir a humidade nos solos, de modo a permitir o desenvolvimento normal das culturas.

O efeito da actividade mineira na quantidade de água é significativa, na medida em que, o caudal de desvio artificial na localidade de Nhamachato, medido durante o trabalho de campo é de  $3.75 \text{ m}^3/\text{s}$ , o que representa cerca de duas vezes o caudal médio do rio Revuè na estação seca. Assim, este desvio diminui a quantidade de água recebida a jusante do rio.

Segundo o bulletin 10 do (GEE 1984:6) as necessidades de água por parte das outras actividades está apresentado na tabela nº 7

Tabela nº 10: Uso da água do rio Revuè ( Penhalonga - Chicamba)

Actividade	m <sup>3</sup> /dia	m <sup>3</sup> /mês
Produção de energia eléctrica	15	39.42
Abastecimento a fábrica de polpa de papel na vila de Messica	0.054	0.4
Abastecimento de água a cidade de Chimoio	0.05	2.63
Abastecimento a Fábrica de Kraft branqueado	1.0	2.70
Total	16.104	42.32

Fonte: GEE, 1984: Bulcém 10

A água do rio Revuè é actualmente usada para o abastecimento a população residente na vila de Messica numa quantidade de 15 m<sup>3</sup>/dia. Esta quantidade apenas abastece a população residente na zona de cimento. A restante parte da população é abastecida por meio de fontanários públicos.

Segundo a administração do distrito de Manica, durante os próximos anos o distrito será abastecido pelo rio Revuè. Neste contexto, dados da Administração Regional de Água Centro (ARA Centro), indicam que o uso da água a partir da actual fonte de distribuição (rio Chirambandine) é de 273 m<sup>3</sup>/dia; uso da água proveniente de poços - 415 m<sup>3</sup>/dia e o consumo actual estimado na cidade de é de 652 m<sup>3</sup>/dia.

Resultados do segundo recenseamento geral da população e habitação referem que a demanda total de água na cidade é de 959 m<sup>3</sup>/dia. Estes dados mostram que são necessários cerca de 1000 m<sup>3</sup>/dia para satisfazer as necessidades da população residente na Cidade de Manica.

## 4.2.2 Distribuição dos recursos hídricos

### 4.2.2.1 Vida animal

A vida animal de qualquer ecossistema terrestre ou aquático depende das condições impostas pelo habitat (Verocai, 1998). No entanto, Jubb, 1967, identificou a presença de 29 espécies, na bacia hidrográfica do rio Buzi, na qual o rio Revuê é afluente.

Entre as espécies referidas apenas, apenas 16 foram a identificadas na albufeira de Chicamba no estudo realizado no âmbito da pesca no lago Chicamba.

Durante o trabalho de campo apenas sete (7) espécies foram identificados com os pescadores cuja os nomes científicos e locais estão apresentados na tabela nº 11.

**Tabela nº 11: Nomes científicos e locais de algumas espécies de peixe identificadas durante o trabalho de campo.**

Nome científico	Nome local
<i>Aguilla Marmorata</i>	Mankuku
<i>Barbus Trimaculatus</i>	Matuwi
<i>Labeos Rubrocrunchatus</i>	Mbumbua
<i>Notobranchius Orthonotus</i>	
<i>Clarias Gariepinus</i>	Mussopo
<i>Sarotteradom Massahbicus</i>	Mahacana
<i>Micropterus Salmoidies</i>	Corvina

Fonte: Elaborada com base em fotografias das espécies do rio adquiridas num guião Turístico do Hotel Messica e a entrevista com os pescadores em diversos pontos do rio Revuê.

### 4.2.2.2 Capturas quantitativas ao longo da área de estudo.

A informação proveniente dos pescadores na localidade de Penhalonga, Nhamachato, Vila de Messica, Associação dos pescadores de Chicamba e Cooperativa de Zonué mostra a existência de diferenças entre as espécies capturadas em vários locais da área.

Na localidade de Penhalonga e Nhamachato revelou-se a captura das espécies *Barbus Trimaculatus*, conhecido localmente por Matuwi durante todo o ano e *Clarias Gariempus* cujo o nome local é Mussopo durante o período de Cheias.

Entretanto, na aldeia de Nhamachato, numa pequena represa construída para irrigação de machambas de tabaco da empresa BENICOM, as capturas são quase nulas devido a maior turvação da água resultante da actividade mineira.

Nestas duas áreas não foi possível estimar a quantidade capturada, pois que, apenas residentes locais capturam o peixe para o seu consumo.

Na área entre a estrada (EN6) e a albufeira, a pesca é desenvolvida por pescadores particulares, Associação dos pescadores de Chicamba Dam e a Cooperativa de Zonué.

Segundo o representante dos pescadores em Messica, actualmente 48 pescadores estão licenciados.

Contudo, as capturas dependem geralmente da temperatura e do nível da água, sendo a média diária por cada pescador de 12 kgs principalmente a espécie *Saretterodon*, localmente denominado Mahacana.

Os dados da tabela abaixo indicam as capturas da cooperativa de Zonué e a associação dos pescadores de Chicamba durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2000.

**Tabela nº 13 Capturas do peixe na área entre a ENE e a albufeira de Chicamba**

Mês	Ass. Pesc. De Chicamba (Kg)	Coop. De.Zonué (Kg)
Janeiro	995	1.098
Fevereiro	865	910
Março	645	900

Fonte: Dados fornecidos pelos representantes das duas associações

A Associação dos pescadores de Chicamba Dam é constituída por 12 pescadores e sete barcos sem motor e a cooperativa de Zonué tem 17 pescadores 8 barcos dos quais 2 têm motor e os restantes não têm motor.

A informação publicada no bulletim 12 (GEE,1984:11) revela a seguinte produção por unidade de pesca em quilogramas.

**Tabela nº 13: Produção pesqueira por unidade de pesca em Kg**

Mês/ Ano	Coop. de Chicamba	Coop. de Zonué	Chin Peck Wo
1980			
Setembro	1478	1021	
Outubro	2213		
1981			
Janeiro	1058		
Fevereiro	621		
Março	663		
Abril	800		
Maio	794		1322
Junho	1042		
Agosto	631		
Setembro	734		
Total	9361	1021	1322

Fonte: GEE, Bulletim 12 : Pesca no Lago Chicamba

Analisando a tabela , conclui-se que as capturas não estabelecem nenhuma relação com as estações do ano, pois que, existem uma grande variação ao longo do ano.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A concentração de várias substâncias na água não é constante. Em geral, quanto maior for a frequência da medição de uma certa substância, mais fiável será a avaliação da qualidade da água em análise (Ashtan<sup>30</sup>, 2000)

Assim, para uma eficaz avaliação da qualidade de água, recomenda-se o uso de dados colhidos durante um ano. Para isso, devem ser analisadas amostras referentes a estação seca e chuvosa (ibidem).

No presente trabalho, esta dificuldade foi ultrapassada mediante o recurso de análises efectuadas pelas instituições directamente ligadas ao uso da água na área nomeadamente: SHER, EDM e a Direcção provincial de Obras públicas e Habitação de Manica. Esta informação mostra a concentração de várias substâncias na água (Vide tabelas em anexo).

Além disso, devido aos elevados custos e limitações técnicas, não foi possível identificar outros organismos (fitoplâncton e zooplanton), além da identificação de coliformes totais e fecais. Os dados, referentes ao fitoplanton e zooplanton são usados neste relatório para indicar os organismos identificados em trabalhos anteriores (GEE, 1984), podendo a classificação baseada na presença destes microrganismos ser alterada através de análises efectuadas logo que possível.

---

<sup>30</sup> Publicação " Critérios da qualidade de água" no âmbito do seminário para a Cadeira Homem e Meio Ambiente na África Austral da UESCO/UNITWIN, Departamento de Geografia UEM.

## 5.1 Variáveis determinantes na disponibilidade da água

### 5.1.1 Condições naturais e a disponibilidade da água

Embora seja notória a interferência humana na quantidade de água disponível, numa determinada bacia hidrográfica as condições naturais, principalmente o clima e a estrutura geológica do local tem maior peso (Cunha, 1980:116)

A precipitação constitui a principal fonte de alimentação dos rios. Neste caso, devido a variação da precipitação ao longo do ano, o caudal do rio Revuè sofre uma variação ao longo do ano.

Segundo Vissers e Robelus (1984:3), a precipitação média anual para a bacia hidrográfica do rio Revuè é de 1289 mm. A maior parte deste universo cai entre Novembro a Março, com um máximo de 280 mm em Dezembro e o mínimo de 8.60 mm regista-se em Julho.

De acordo com os dados climáticos da área (Kassan et al 1981), durante os meses de Maio até Setembro, a evaporação mostra-se maior que a precipitação (vide gráfico nº 2), referente as características climáticas da área de estudo.

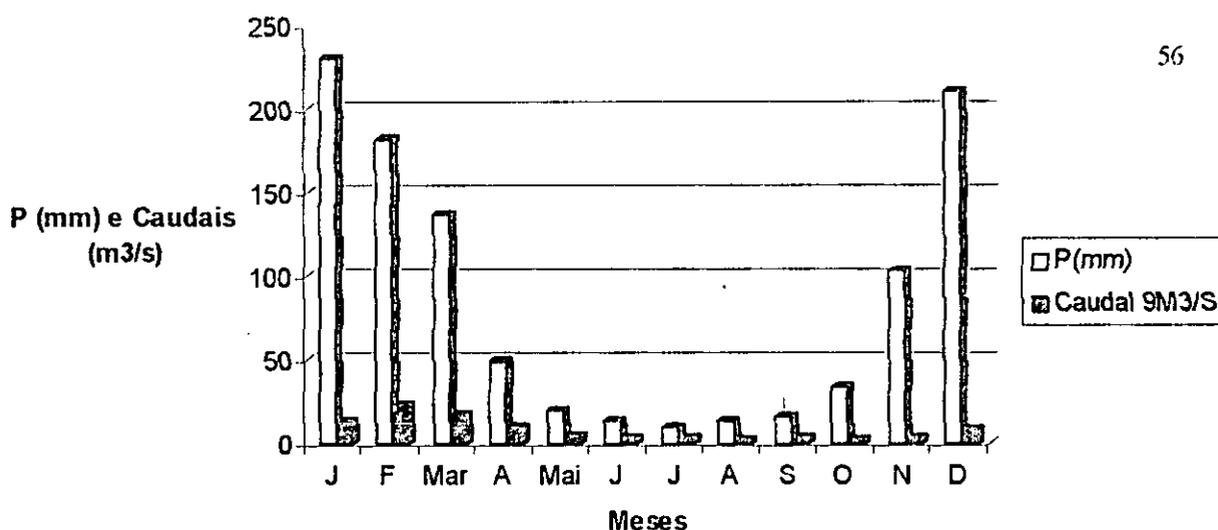
A humidade relativa do ar é de 65%, com uma variação compreendida entre 58% - 75% (média mensal) e a temperatura média anual é de 21.5° C (ibdem).

Os dados referentes a distribuição da precipitação e os caudais médios mensais (1960 - 1981) do rio Revuè na albufeira de Chicamba estão apresentados na tabela nº 15

**Tabela nº 15: Caudais médios afluentes a albufeira de Chicamba (1960 - 1981)**

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	299,6	181,7	135,5	48,8	18,9	12,8	8,9	12,7	15,5	33,9	103,7	210,2
C m3/s	12,5	22,1	16,8	8,8	4,4	2,9	2,6	2,3	3,2	1,7	2,6	7,8

Fonte: SHER, 1986



A respectiva representação gráfica é a seguinte.

**Gráfico n.º 7 :Relação entre Caudais afluentes na albufeira de Chicamba e a precipitação registada (1960 - 1981).**

Entretanto, comparando o gráfico com a informação climática da área, conclui-se que o regime pluviométrico da área, tem influência na quantidade de água disponível ao longo do ano. Durante os meses de Outubro a Fevereiro, período que corresponde a estação chuvosa, observa-se uma subida dos caudais médios afluentes e nos meses seguintes os caudais afluentes a albufeira decrescem consideravelmente.

Deste modo, as características climáticas da área, desempenham um papel importante na quantidade de água disponível durante o ano.

**5.1.2 Actividades humanas e a disponibilidade de água**

As actividades referidas anteriormente, tem um impacto na disponibilidade da água na bacia. A retirada da cobertura vegetal altera o balanço hídrico nos solos e rios afluentes, cujo o efeito é difícil de quantificar ( UNESCO, 1994:115).

Em geral, a água do rio é utilizada principalmente para o abastecimento público, cuja quantidade conhecida como se referiu no subcapítulo sobre o uso da água 16,104 m<sup>3</sup>/s, sem incluir o futuro abastecimento a cidade de Manica, onde será necessário cerca de 1000 m<sup>3</sup>/dia, segundo resultados definitivos do 2º recenseamento geral da população e habitação. Esta demanda representa uma retirada de um caudal 0,01m<sup>3</sup>/s.

No entanto, o caudal médio afluyente a albufeira de Chicamba é de 19,9 m<sup>3</sup>/s, sendo o mínimo de 1,7 m<sup>3</sup>/s registado no mês de Outubro (SHER,1986). Contudo, não se conhece a produtividade de aquíferos de cada um dos rios afluentes.

Neste contexto, considerando apenas os dados conhecidos, sem incluir o caudal mínimo necessário para a produção de energia eléctrica, o caudal necessário para satisfazer os actuais usos, incluindo o futuro abastecimento a cidade de Manica é de 1,15m<sup>3</sup>/s.

O caudal acima referido, é insignificante, na medida em que, representa 28,04% do caudal mínimo afluyente na albufeira de Chicamba. No entanto, este valor pode ser relativamente menor, pois que não se conhece o caudal utilizado em outros usos, como é o caso do Hotel Messica que desvia a água do rio para a criação de crocodilos num tanque localizado junto ao hotel.

## **5.2 Actividades humanas e a qualidade de água**

O impacto das actividades humanas na qualidade de água deve ser analisado tendo em conta o uso multisectorial deste recurso e os possíveis impactos de cada uma das actividades envolvidas (UNESCO,1984:116).

A actividade Mineira, Agricultura, Indústria e o uso Doméstico da água desempenham um papel na alteração da qualidade de água na área (vide figura nº 1).

### 5.2.1 Actividade Mineira

A área de estudo possui antiga tradição na exploração mineira, pois que, já no século XI considerava-se antiga a actividade mineira na área (Afonso, 1978). No entanto, a população indígena não só apanhava o ouro que encontrava a superfície, mais também cavava minas a procura de filões (Freitas, 1959).

Constatações de campo mostram que esta actividade é desenvolvida actualmente na aldeia de Mocudo e Nhamachato no posto administrativo de Penahalonga.

Durante o processo de lavagem do minério<sup>31</sup>, para a obtenção do mineral pretendido "ouro", parte considerável de sedimentos dissolvem-se na água, contribuindo deste modo para a turvação da água e a presença dos outros minerais como resultado da desagregação das rochas. Segundo a literatura (LNHAA 1997, DNRAH 1984 e CEE, 1980) o cálcio e magnésio resultam do estrato geológico da área.

As amostras analisadas durante o trabalho de campo indicam que na área de exploração mineira os valores de turvação são bastante elevados em comparação com os outros pontos de amostragem (vide gráfico nº2). O valor médio de turvação registado é de 46.2 NTU. Este valor é bastante elevado quando comparado com o limite admissível (5NTU) na água potável. Assim, considerando a norma moçambicana de qualidade (LNHAA, 1997), a água da área provoca irritações gastrónomicas quando consumida sem um prévio tratamento.

Além disso, a maior parte da população envolvida nesta actividade é proveniente da cidade de Manica e vive neste local em pequenos acampamentos<sup>32</sup>construídos para o efeito. Nestes acampamentos, não existe latrinas, sendo frequente o fecalismo a céu

---

<sup>31</sup> Vide Fotos nºs: 5, 6 e 7 em anexo

<sup>32</sup> Vide foto nº5

aberto junto as margens do rio. Este facto contribui significativamente para a contaminação microbiológica da água. Amostras analisadas indicam contaminação da água por bactérias coliformes totais e fecais.

No entanto, a construção de acampamentos é acompanhado pela construção de barracas onde desenvolve-se o comércio informal cujo lixo resultante contribui significativamente para o Incremento da matéria orgânica na água.

Por outro lado, o processo de purificação do ouro é efectuado mediante o uso do mercúrio como reagente, o que pressupõe uma certa concentração deste mineral na água. Devido a falta de reagentes não foi possível a determinação do teor deste mineral na água.

Finalmente devido a actividade mineira, observa-se no terreno a proliferação de caminhos junto as vertentes de pequenos planaltos<sup>33</sup> onde decorre a escavação do minério, o que reduz a acção da cobertura vegetal no escoamento superficial e por conseguinte, aumenta a quantidade de material transportado pela água durante a época chuvosa.

Assim, a quantidade de sedimentos transportados para o leito do rio Revuè proveniente das vertentes destes planaltos é relativamente maior nestes caminhos desprovidos de cobertura vegetal, o que provoca um Incremento de sólidos suspensos e dissolvidos na água.

### **5.2.2 Infra-estruturas habitacionais**

A instalação de infra-estruturas habitacionais é acompanhada por uma certa descarga de efluentes domésticos junto aos rios ou mesmo ao mar no caso de áreas situadas junto a costa (UNESCO, 1984:116).

No caso particular da área de estudo, dois importantes centros urbanos, a cidade de Manica e a vila de Messica merecem particular destaque. Durante o trabalho de campo constatou-se a presença destes canais ao longo de pequenos cursos de água que desaguam no rio Munene afluente do rio Revuè.

Segundo constatações de campo, junto população residente na Cidade de Manica, a água deste rio provoca irritações na pele quando utilizada para o banho durante a estação seca e não é frequente o consumo do peixe deste rio. Este facto revela uma certa poluição da água. Amostras analisadas revelam um elevado teor de substâncias poluentes como Nitritos, nitratos e fósforo (vide gráficos 6, 7 e tabela nº 6)

Na vila de Messica, situada entre o rio Revuè e Messica, junto a Estrada Nacional nº 6, o impacto dos resíduos domésticos ainda é relativamente baixo, pois que a maior parte das casas apresentam um sistema de drenagem interno.

Em relação a indústria de papel não foi identificada nenhuma descarga ao rio, pois que, esta encontra-se actualmente paralisada.

Contudo, (Profabril, 1980), refere que o impacto desta na qualidade de água do rio Revuè é reduzido, na medida em que, existe um sistema de reciclagem da água antes de alcançar o rio Revuè.

### **5.2.2 Agricultura e a Qualidade da água**

O impacto da agricultura na qualidade da água deve ser analisada tendo em conta a concentração de nutrientes como o azoto, fósforo, potássio e outros presentes nos fertilizantes e pesticidas ( Verocai, 1997: 47 - 49).

Os camponeses locais revelaram pouco uso de fertilizantes, pois que, além de elevados custos, a produtividade do solo, permite obter rendimentos suficientes para a

---

<sup>33</sup> Vide foto nº3

subsistência. Apenas duas unidades agrícolas que dedicam-se a uma agricultura basicamente comercial, cultivando o tabaco, algodão e hortícolas principalmente usam fertilizantes e água do rio para a irrigação das culturas.

Observações no terreno mostram que, apesar do fraco uso de fertilizantes por parte dos camponeses, espera-se a médio ou longo prazo uma relativa subida do material em suspensão e dissolvido na água devido a retirada da cobertura vegetal junto ao leito do rio.

Segundo USDW<sup>34</sup>(1984), a vegetação desempenha um papel importante na distribuição dos sedimentos ao longo do canal. Uma elevada densidade da cobertura vegetal limita a erosão dos solos e conseqüentemente a circulação do material em suspensão ao longo do perfil do canal.

As leis básicas de conservação da natureza recomendadas pela Direcção Nacional de Florestas e Fauna Bravia (DNFFB) referem que deve ser conservada uma distancia de 20 a 50 metros logo após os cursos de água para o desenvolvimento agrícola (vide anexo D1). Esta conservação não se verifica na área de estudo.

### **5.2.3 Impacto da Barragem na qualidade e distribuição dos recursos aquáticos**

O desenvolvimento de projectos hidráulicos numa determinada área implica uma alteração do sistema hidrológico. Segundo Chonguiça (1995:166) num estudo realizado na albufeira dos pequenos libombos, localizada na parte Sul de Moçambique as mudanças hidrólogas repartem-se entre o excesso de água nos solos, acumulação de sedimentos e um baixo escoamento na parte da bacia situada a jusante da albufeira.

---

<sup>34</sup> *United States Department of Water*

Deste modo, espera-se como resultado do efeito da construção da albufeira de Chicamba uma mudança das características hidrológicas da área.

#### 5.2.3.1 Impacto da Albufeira na morfologia, estrutura do canal e circulação da água

Segundo Pop (1992:115) a maior parte dos rios possui três partes segundo a inclinação ou declividade do terreno, cuja a acção da água sobre o substrato rochoso difere duma parte a outra. as partes do rio são:

*Trecho de montanha ou fase juvenil*, onde o rio procura definir o seu canal, caracterizado por uma intensa erosão; *o Trecho de vale ou fase de maturação*, fase em que o rio tem o seu canal definido, sendo frequente nesta fase o transporte de materiais e, *o trecho de planície ou fase final do rio*, onde é frequente a deposição de sedimentos provenientes das fases anteriores.

A nível da bacia hidrográfica do rio Revuè, dados hipsométricos mostram uma mudança das características topográficas da montante a jusante da bacia ( vide gráfico nº 1). Estas características reflectem a circulação da água sob condições gravitacionais sem a presença da albufeira.

A albufeira situa-se a uma cota de 624 metros, que corresponde ao trecho de vale ou fase de maturidade, pois segundo (Pop, 1992:115) esta fase é caracterizada por um intenso transporte de sedimentos provenientes da fase juvenil e ainda uma certa erosão do solo.

Assim, a construção da albufeira tem implicações na actividade erosiva e ao longo do canal, pois que, a circulação da água é alterada ( vide figura nº 2). A figura mostra que a circulação da água é feita em dois sentidos.

Numa primeira fase nota-se uma circulação gravitacional da corrente de água da montante a jusante do rio Revuè até aproximadamente a ponte sobre o rio, junto a Estrada Nacional nº 6 (EN6). A partir deste ponto o movimento da massa de água é quase nulo. Medições efectuadas por meio de um flutuador simples indicam uma circulação da albufeira em direcção ao rio Revuè.

Os dados apurados do INAM, na área de estudo predomina vento do Sudoeste (SW)<sup>35</sup>, sendo estes responsáveis pela circulação da água em direcção a montante da Albufeira.

No entanto, medições feitas no campo por meio de um flutuador simples confirmam a predominância dos ventos SW.

A mudança registada na circulação da água tem um impacto na deposição de sedimentos e conseqüentemente na qualidade de água ao longo do perfil do canal, pois que uma quantidade considerável de materiais suspensos e dissolvidos são depositadas nesta área<sup>36</sup>.

#### 5.2.3.2 Impacto da albufeira na distribuição dos recursos hídricos

A vida aquática dentro de um determinado <sup>ecossistema</sup> ecossistema, corresponde as condições do habitat ou as modificações nela impostas (Peterson, 1996:37). Tal alteração, pode resultar da invasão das espécies exóticas, provocando a migração de espécies nativas ou mesmo desaparecimento completo (ibdem)

No caso particular do ecossistema do rio Revuè, no que concerne as capturas do peixe, constatações de campo revelam que as capturas são quase nulas em Nhamachato, possivelmente devido a maior turvação da água como resultado da actividade mineira

<sup>35</sup> Vide tabelas 20 à 25 em anexo.

<sup>36</sup> Vide em vários gráficos apresentados no capítulo referente aos resultados a concentração de várias substâncias na albufeira.

na área pois que os residentes da área conseguem o pescado suficiente para o consumo familiar e em certos casos para a comercialização a nível local.

Ao longo da área entre R1 (Penhalonga) e R2 (Nhamachato), foram identificadas como se referiu no capítulo sobre a distribuição dos recursos hídricos as espécies de peixe *Aguilla Marmorata*, *Barbus Trimaculatus* e *Clarias Garrimpinus*.

Segundo GEE (1984:19 Bulletin 10), a espécie *Clarias Garrimpinus* reproduz-se na época chuvosa. Nesta época, os adultos maduros invadem as áreas inundadas onde predomina uma vegetação de ervas com pouca profundidade. Os ovos fertilizados ligam-se a vegetação subaquática ou ao material orgânico e depois os juvenis recém nascidos vivem nestas áreas protegidos contra os predadores.

Entretanto, a agricultura praticada nas margens dos rios a montante da albufeira, sem consideração das normas estabelecidas pela Direcção Nacional de Florestas e Fauna Bravia<sup>37</sup>, pode ter impacto negativo na reprodução desta espécie, pois que, observa-se na área uma retirada progressiva da vegetação junto as margens do rio para o desenvolvimento da agricultura basicamente de subsistência por parte da população local.

No que concerne a albufeira de Chicamba, uma notável limitação na circulação da água implica uma elevada deposição de materiais que constitui em larga medida a principal fonte de alimentação de peixes, o que aumenta a variedade de espécies neste local entre os predadores e os herbívoros. Além disso, a albufeira limita a circulação de peixes para a jusante da bacia.

## 5.5 Classificação da água da área entre penhalonga e albufeira de chicamba do rio Revuè e alguns afluentes

### 5.4.1 Avaliação da qualidade de água para usos múltiplos de acordo com o modelo da D.G.R.A.H.

Como se referiu no capítulo introdutório, este modelo permite avaliar os cursos de água para usos múltiplos. Para tal, a tabela nº 1 em anexo mostra a concentração admitida de vários elementos e substâncias para um determinado uso de acordo com o modelo. Nesta avaliação considerou-se os resultados do trabalho de campo e as análises da SHER/EDM em períodos anteriores ao longo do rio Revuè. ( Vide tabelas 16, 17, 18 e 19 em anexo).

Assim, considerando estes dados, a água do rio Revuè (Penhalonga - Chicanmba), enquadra-se nas classes B e C. Isto significa que, o Rio Revuè apresenta água pouco poluída, apta para satisfazer todos usos, mas no caso de abastecimento público é necessário submetê-la a um tratamento físico-químico intensivo como a precloração e desinfecção.

Este tratamento não se efectua actualmente no sistema de abastecimento de água a vila de Messica, facto que segundo um relatório<sup>38</sup> interno da direcção Provincial de Obras Públicas e Habitação de Manica, pode ter repercussões na saúde pública.

---

<sup>37</sup> Vide anexo D1

<sup>38</sup> Relatório da visita efectuada ao sistema de abastecimento de água a vila de Messica n

#### 5.4.2 Classificação da qualidade de água do rio Revuè baseada na condutividade eléctrica e BOD

Este modelo divide os possíveis usos de uma determinada massa de água em cinco classes 1,2,3,4 e 5 como se referiu no capítulo referente aos modelos de análise da qualidade de água. A tabela nº 2, mostra os limites admitidos para cada classe.

Os dados referentes a qualidade de água do rio Revuè, mostra que os valores da condutividade eléctrica nunca ultrapassam 140 mho/cm. Esta constatação permite enquadrar a água da área em classes 1 e 4. Isto significa que, a maior parte da água do rio Revuè não apresenta boa qualidade para o consumo humano, principalmente no local de amostragem R2 (Nhamachato) onde se desenvolve actividade mineira. Segundo o modelo, para casos em que os valores da condutividade eléctrica são inferiores a 750 mho/cm e BOD superior a 4 mg/l de O<sub>2</sub>, a água é apropriada basicamente para o uso industrial, para o sector pecuário e provavelmente para o regadio. Em casos de abastecimento a população deve ser submetida a desinfectação com métodos apropriados.

Contudo, esta classificação permite apenas ter uma ideia geral sobre a qualidade de água na área, visto que, segundo (Kemp, 1971:38), é preciso repetir as observações até pelo menos 20 valores. Além disso deve-se considerar outras características relevantes para usos específicos.

### 5.4.3 Classificação da água baseado na concentração do fósforo

Tal como o nitrogénio, o fósforo é um elemento de grande importância em toda actividade de crescimento das algas e outros organismos aquáticos. Este elemento pode ser um factor limitante na qualidade duma massa de água.

(Walmsley & Butty, 1980) adoptaram a seguinte classificação, baseada no elemento fósforo.

**Tabela nº 14 : Classificação de Walmsley & Butty baseada na concentração do fósforo.**

Classificação	Concentração de PO <sub>4</sub>
Oligomesotrófico	Inferior ou igual a 0.015
Mesotrófico	0.015 - 0.047
Eutrófico	maior que 0.047

Considerando a classificação referida, a qualidade da massa aquática varia de oligomesotrófico a mesotrófico, a nível da albufeira de Chicamba. Este resultado mostra que o fósforo ainda não é um elemento limitante na qualidade da água da área de estudo



## 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 - Conclusões

A realização do trabalho permitiu chegar as seguintes conclusões:

- Os problemas resultantes das actividades humanas na Qualidade e Distribuição de Recursos Hídricos são notáveis. Contudo, ainda não atingiram proporções alarmantes, pois estão dentro dos limites admitidos para o uso. Nota-se uma redução da qualidade da água devido a maior turvação (46,1 NTU) e contaminação biológica da água na área mineira de Nhamachato, facto que compromete a vida aquática e a disponibilidade da água para o consumo humano.
- O desenvolvimento da actividade agrícola não é acompanhado frequentemente pelo uso de fertilizantes, facto que é justificado pela fraca concentração de indicadores de poluição (Amoníaco, Níritos, Nitratos e Fosfatos). Além disso, as Unidades de exploração de carácter empresarial não estão sendo exploradas intensivamente e espera-se uma maior incidência da radiação solar, uma vez esta actividade é acompanhada pela retirada da cobertura vegetal junto as margens dos cursos de água, facto que pode acelerar as reacções químicas na água e por conseguinte a solubilidade de substâncias presentes na água e a produtividade da massa aquática
- A albufeira de Chicamba tem um impacto significativo na qualidade e distribuição de recursos hídricos. A nível da albufeira, os resultados obtidos mostram que a albufeira constitui um reservatório de substâncias, pois que, retirando a estação de amostragem R2, a maior concentração de impurezas registou-se na albufeira de Chicamba.
- A nível da distribuição de recursos hídricos a albufeira é um local de maior abundância das espécies de peixes, provavelmente pelo facto de concentrar vários sedimentos que

constituem fonte de alimentos para os peixes e constituir uma barreira ao processo migratório dos organismos.

- A massa aquática estudada, está em condições para satisfazer todos usos. Entretanto, em casos de abastecimento público, deve ser submetida a um tratamento antes de ser consumida.

- As actividades desenvolvidas ainda não constituem um factor limitante para a quantidade de água disponível, porém, apesar dos actuais usos, o rio Revuè apresenta água durante todo o ano. A maior variação registada ao longo do ano, resulta principalmente das características climáticas da área, em particular a variação da precipitação ao longo do ano

## 6.2 Recomendações

O autor do trabalho não é a pessoa ideal para tomar decisões sobre o tema. Contudo, baseando-se em conclusões alcançadas com a realização do trabalho é possível propor algumas medidas no âmbito das políticas a implementar e posteriores estudos nomeadamente:

- A realização de estudos multi - disciplinares em particular os de carácter biológico para se apurar o efeito dos reagentes químicos utilizados no processo de purificação do Ouro em peixes e outros animais envolvidos no consumo da água na área.
- Do ponto de vista sanitário, a água superficial está sempre sujeita a contaminação por bactérias, sendo porém um foco de transmissão de doenças (Bilharsiose, Cólera e outras), o que pressupõe um tratamento antes do abastecimento a população.
- Em áreas onde o consumo é feita directamente no rio, como é o caso da aldeia de Nhamachato e algumas áreas em Penhalonga, é necessário recomendar a população a efectuar tratamento a baixo custo como é o caso da fervura e em casos de poços, propõe-se a realização periódica de análises micro-biológica, por forma a se averiguar a contaminação por bactérias coliformes, Vibrião de Cólera e outros organismos patogénicos;
- No campo de estudos, é necessário estabelecer pontos de amostragem, a partir dos quais deve-se avaliar sistematicamente a concentração de diversas substâncias na água e;
- Recomenda-se a divulgação junto a população de métodos de conservação da natureza, em particular em áreas de exploração mineira e de agricultura junto aos cursos de água.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- AFONSO, Rui F. 1976; *Geologia de Moçambique*. Direcção dos Serviços de Geologia e Minas' Maputo
- ARA CENTRO, 1998; *Avaliação dos Recursos Hídricos para abastecimento de Água a Cidade De Manica*; Beira.
- ASHTAN, Peter, 2000; *Critérios de Qualidade de Água*, Departamento de Geografia da Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.
- CASAQUEI, Rodrigues C. 1980 *Inquérito Sobre a poluição na Baía de Maputo*. Ministério da Saúde; Maputo.
- Catizzone, António, 1998; *Métodos de Análise Ambiental*; Faculdade de Arquitectura, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Editora Universitaria.
- CHONGUIÇA, Ebenizario, 1995; *Eviromental Impact Assessment of the Pequenos Libombos Dam in Southern Part of Mozambique*. UNGI Report nº 99.
- CHONGUIÇA et al, 1999. *Moçambique, Situação actual do Ambiente*. Grupo de Trabalho Ambiental, Ministério Para a coordenação da acção Ambienta, Maputo.
- CUNHA, Viega et al, 1980; *A Gestão da Água, Principios Fundamentais e Sua Aplicação em Portugal*. Fundação Calouste, Lisboa.
- DENGOS, Angélica & Pecules, H. 1980; *Projecto Para estudo dos efeitos da Poluição na Baía de Maputo*, MISAU.
- DGRAH, 1984 *Curso Internacional de Hidrologia Operativa*, Edição Comemorativa ao Centenário dos Recursos Hídricos, UNESCO, Lisboa.
- DINAGECA, 1997; *Uso e Cobertura da Terra*, folha nº 65/66. Maputo.

DPOPHM, 2000, *Relatório sobre a visita efectuada a estação de captação de água para a Vila de Messica. SE.*

FAO, 1973; *Matemática Model In Hidrology*. DPCARR. Roma.

FARIA, Amorim, H, 1965; *Climatologia Dinâmica da África Meridional*. Serviço Meteorológico Nacional; Lisboa.

FREITAS, António J. 1959; *Geologia e desenvolvimento económico de Moçambique*. Imprensa Nacional de Lourenço Marques.

GEE, 1984 ; *Pesca no Lago Chicamba*. Instituto Nacional de Saúde, Bulletin nº 12, MISAU, Maputo.

GEE, 1984; *Impacto do Projecto florestal de Manica na Qualidade e Quantidade de Água da Albufeira de Chicamba e Possíveis Efeitos na Corrosão da Barragem*. Instituto Nacional de Saúde, Bulletin nº 10. MISAU, Maputo.

× GEE, 1984; *Limnologia do Lago Chicamba, Base- Line Study*. Instituto Nacional de Saúde, Bulletin nº 14, MISSAL, Maputo.

GOMES & SOUSA 1966; *Dendrologia de Moçambique*. Centro de Documentação Orgânica. Imprensa Nacional de Lourenço Marques.

GUALE, Rosaque J. 1999; *Potencial da Bacia do Rio Mòvène para a Construção da Barragem. Uma análise Quantitativa e Qualitativa da água do rio*. Departamento de Geografia, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

HUMBERTO, Coelho, 1995 *Como Se Faz Uma Tese em Ciências Sociais*. 2ª Edição, Editorial Presença, Lisboa.

INAM, 1999; *Informação Meteorológica do Distrito de Manica*.

INDE; *Tendências da Educação Ambiental em Moçambique*. Caderno de Pesquisa nº 13. Maputo.

INE, 1999; *Resultados Definitivos do Segundo Recenseamento Geral da População e Habitação., Provincia de Manica.* Maputo.

INIA, 1995; *Legenda da Carta Nacional de Solos. Série Terra e Água,* Comunicação nº 8, Maputo. INIA, 1994, *Provincia de Manica, Carta de Solos,* Escala 1:1000 000, Maputo

JESSEN, Mário 1994; *Contribuição para avaliação dos Recursos Naturais do Distrito de Chinde.* Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Pedagógica, Maputo

JESSEN, Mário, 1998; *Texto de Apoio de Hidrologia.* Universidade Eduardo Mondlane Departamento de Geografia, Maputo.

KASSAN, A.H et al, 1981; *Acessment of Land Resources for rainfed Crop Production in Mozambique. Climatic Date Bank and Length of period Analisis.* FAO, Field Document nº 33, Maputo.

KEMP, P.H. 1971 *Chemistry of Natural Waters - VI. Classification of Waters; Water Research.* Pergman Press Vol. Nº 8, Oxiford.

LNHAA, 1997; *Métodos de Análise de Água.* Ministério da Saúde, Maputo

LONG, Norman, 1992; *From Paradigm Lost to Paradigm Regarded. The Case for an Actor Oriented to Sociology of Development.* London.

MANZANARES, Alberto, A, 1957; *Esquema geral de Ocupação e Fomento da Bacia Hidrográfica do rio Revuè.* Brigada de Estudos Hidráulicos do Revuè, Lourenço Marques.

Marchall, T. J & Holmes, J. 1998. *Soil Phisics.* Cambridge University Press, Second Edition, Newcastle, Great Britain.

MARYSLY, Chislain, 1994; *A Água. Biblioteca Básica de Ciências.* Paris.

- MIAMBO, António, 1996; *Impacto da Barragem dos Pequenos Libombos nos Recursos Naturais de Boane*. Departamento de Geografia, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.
- MUCHANGOS, Aniceto, 1994; *Cidade de Maputo, Aspectos Geográficos*. Editora Escolar, Maputo.
- OMS, 1989; *Procedimentos Simplificados para El Examen Manual de Águas de Laboratorio de La American Water*. Publication nº 56 Washington.
- PETERSON, Jane, A. 1996; *Imperiled Water, Impoverished Future: The Decline of Freshwater Ecosystems World Waters*. Paper nº128 ISBN, Sueden.
- POP, José H, 1992; *Geologia Geral*. Livros Técnicos e Científicos, 4ª Edição, Editora S.A, Brasil.
- POVRY, J. 1981; *Study of Forest Development Industries In Manica Province, Anexo XIII, Water Consideration and Enviromental Protection*. Sd.
- Serviço de Geologia e Minas da provincia de Moçambique, 1969; *Carta geológica da Vila de Manica - V. Gouveia*. Lourenço Marques.
- SHAW, Elizabeth, M. 1994; *Hidrology in Practice*. Chapman & Hall Edition. 3ª Edition. London.
- SHER, 1986; *Hidrological Data Simulation. Project Report Draft*
- TEBBUT, T, 1983 *Principle of Water Qualit Control*. Department of Engineering University of Birningham. Pergamon Press Third Edition, Oxiford, England.
- U.E., 1990; *Directive Concerning the Quality Required of Surface Water Intended for the Abstraction of Drinking Water European Comuniies, 75/440/EEC*.
- UNESCO, 1989; *Comparative Hidrology, An Ecology Aproache to Land and Water Resources*. Edited by Malin Falken Mark and Tom Chapman. London.

USDW, 1984; *National Hand Book of Recommended Methods for Water Data Acquisition*. Washington, USA.

VEROCAI, I. 1997; *Curso de Estudo de Impacto Ambiental*. Ministério para a Coordenação e acção Ambiental e União Mundial Para a Natureza. Maputo.

WALMISLY, R. & BUTTY, M. ; *Guideline for the Control of Eutrophication In South Africa*. National Institute for Water Research, Pretória.

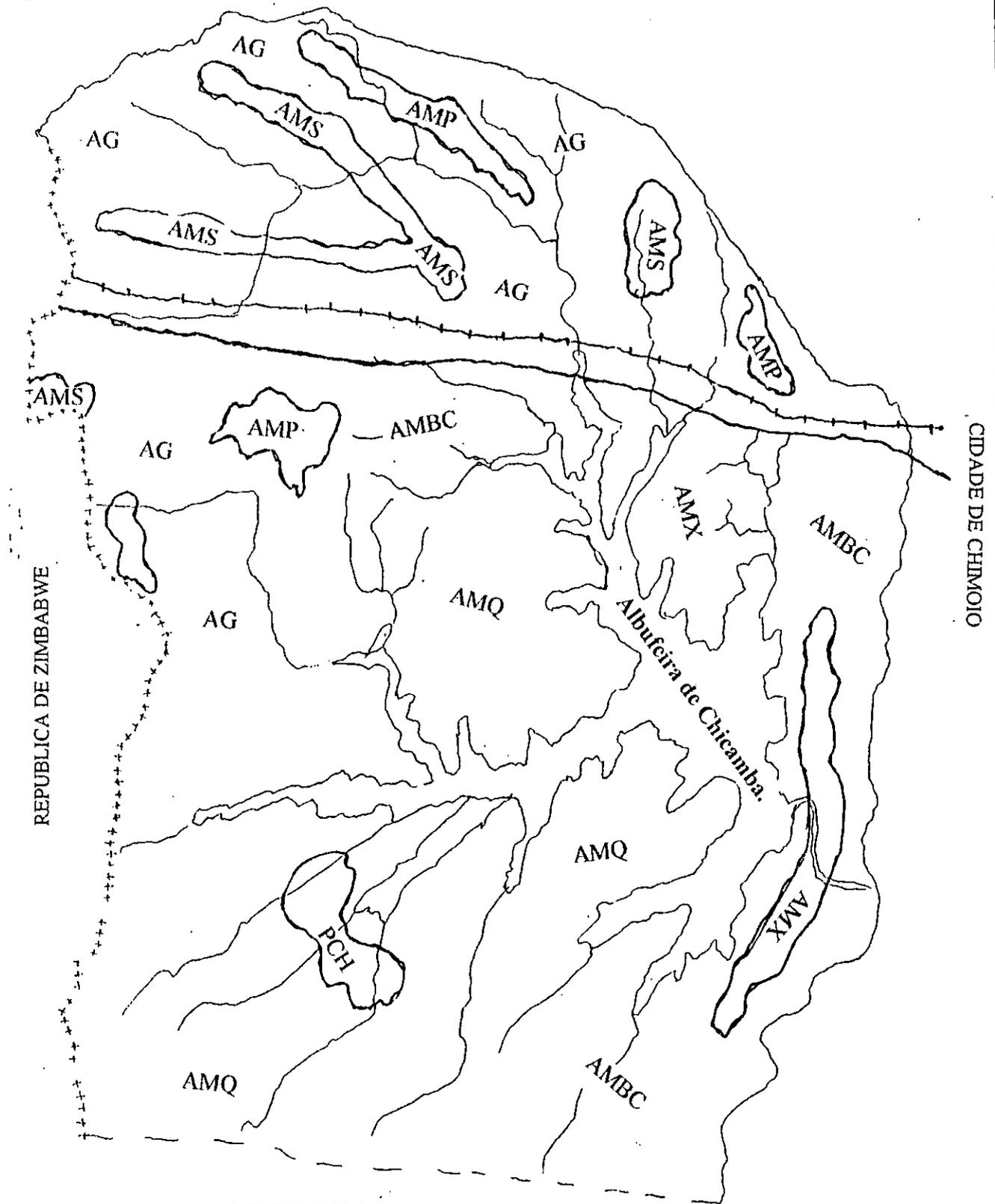
WARD, R. C. 1967. *Principles Of Hidrology*. Mc Graw - Hill Book 2ª Edition, London.

WHO, 1984; *Guidelines for Drinking Water Quality*. World Health Criteria and Other Supporting Information, ISBN, Genova.

ANEXOS

A - MAPAS

MAPA Nº 2 : FORMAÇÕES GEOLÓGICAS DA ÁREA ENTRE  
PENHALONGA E ALBUFEIRA DE CHICAMBA



LEGENDA

Formação de Mbeza

AMX - Xistos psamíticos  
com conglomerados

AMBC - Conglomerado de Base

Formação de Macequece

AMP - Meta-basalto

AMQ - Quartzito fino Cinzeto

PCH Gnaise Calcário

AG - Granodioritos

Formação de Vengo

AMP - Xistos Negros

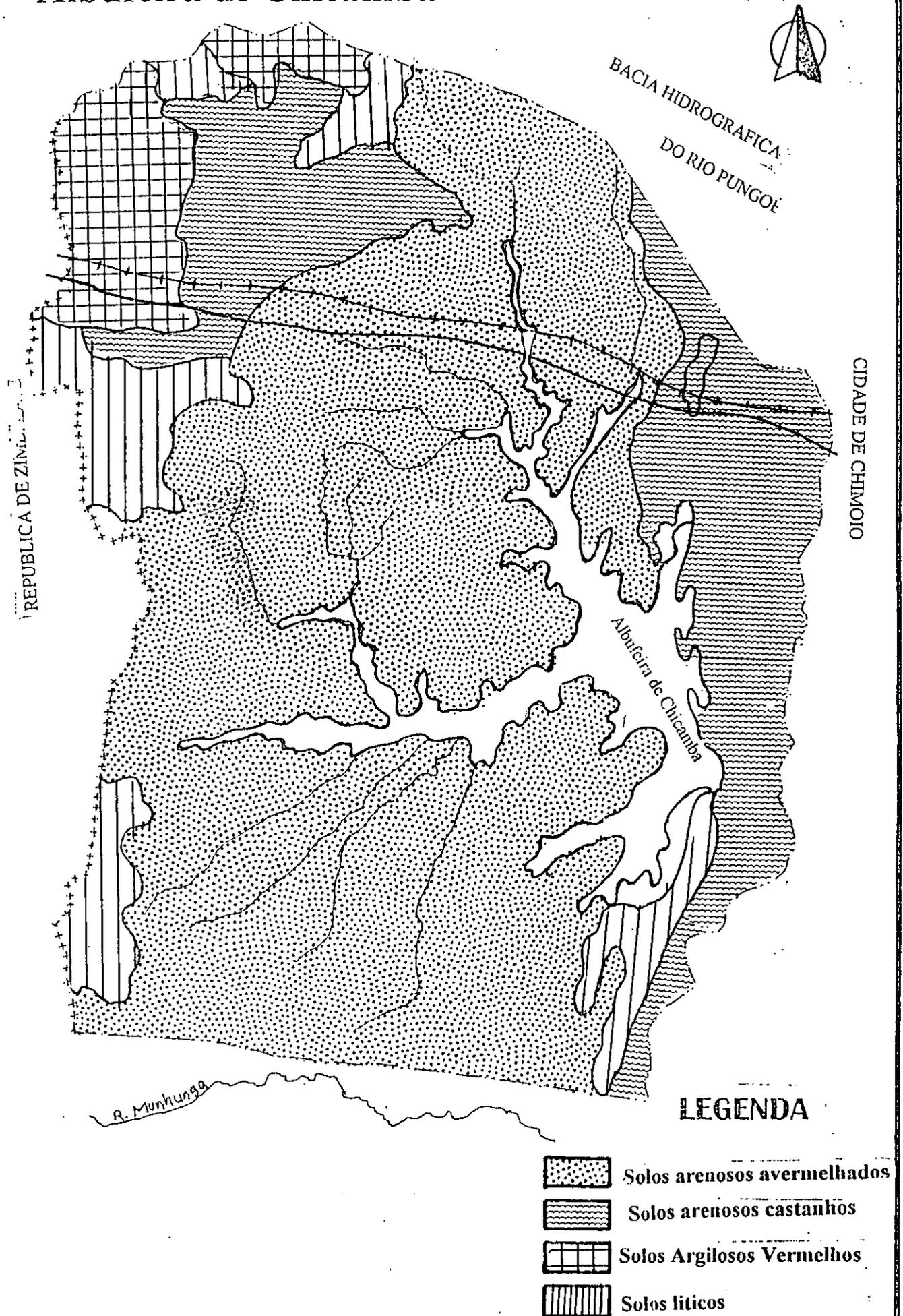
AMC - Serpentinóis

AMS - Serpentinóis finos

Escala 1/250.000

Fonte: Edição dos Serviços de Geologia e Minas de Moçambique. Lourenço Marques, 1969

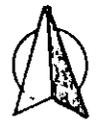
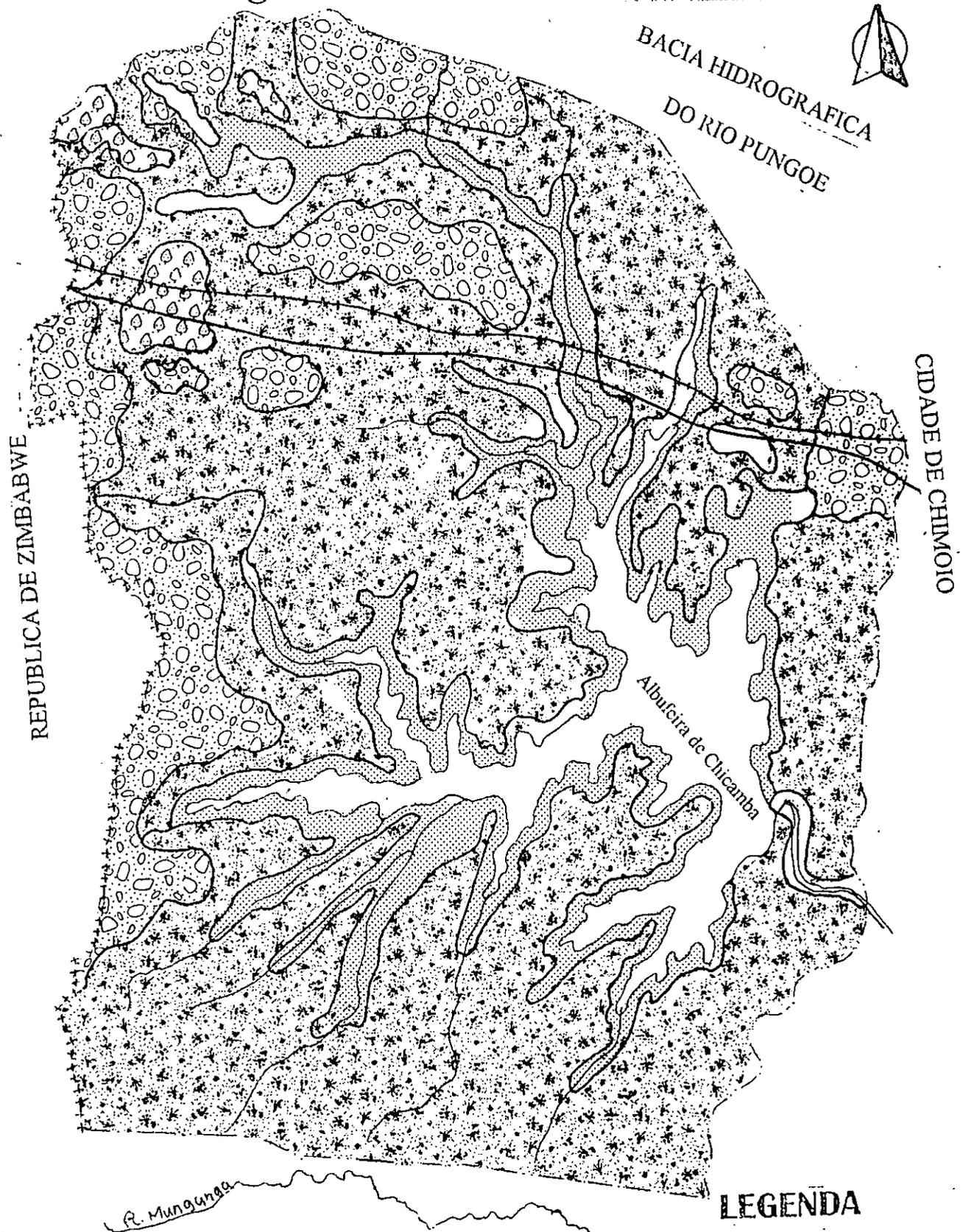
# Mapa 3 – Solos da Área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba



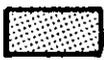
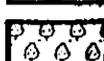
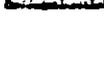
Fonte: INIADTA 1994

Escala 1/250.000

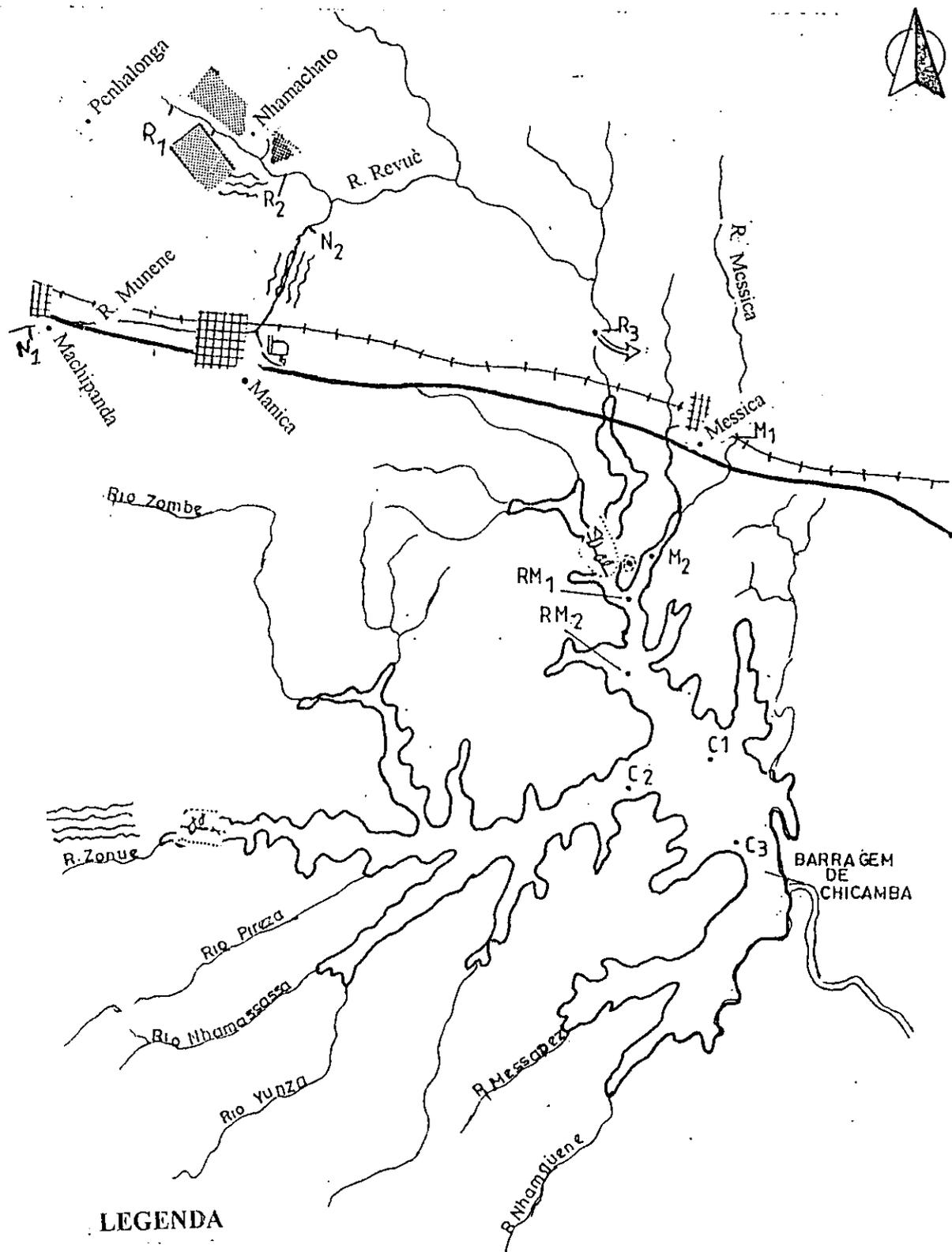
# Mapa 4 – Mapa de Vegetação da Área entre Penhalonga e Albufeira de Chicamba



## LEGENDA

-  Formação Herbácea
-  Inundável
-  Matagal Médio
-  Formação herbácea arborizada
-  Plantações de Pinhos e / ou Eucaliptos

MAPA Nº 5 : PRINCIPAIS ACTIVIDADES HUMANAS E REDE DE AMOSTRAGEM DA ÁREA PENHALONGA-CHICAMBA.



LEGENDA

-  Actividade industrial
-  Agricultura intensiva
-  Actividade florestal
-  Actividade Mineira
-  Recreação e Pesca

Escala 1: 250 000

**NOTA EXPLICATIVA DE LOCAIS DE AMOSTRAGEM APRESENTADOS NO  
MAPA Nº 5**

**Local de amostragem R1**

Amostra colhida imediatamente a nascente do Rio Revuè em Penhalonga, para o controle da qualidade da água no estado natural do Rio, Estação "Base Line".

**Local de amostragem R2**

Amostras colhidas imediatamente a área de exploração Mineira em Nhamachato para avaliação do impacto desta actividade na qualidade da água do Rio Revuè.

**Local de amostragem R3**

Amostras colhidas no Rio Revuè, junto a estação de captação de água para a vila de Messica no Distrito de Manica.

**Local de amostragem N1**

Amostras colhidas no Rio Munene em Machipanda, logo após a fronteira com a República do Zimbabwe, para o controle de qualidade do rio ao entrar em Moçambique e avaliar o impacto da Mineração de areia usada pela População local para a pintura.

**Local de amostragem N2.**

Amostras colhidas no rio Munene, logo depois de atravessar a Cidade de Manica, a jusante do efluente proveniente da Fábrica de Cortumes e Calçados de Manica

**Local de amostragem M1**

Amostras colhidas no Rio Messica, a montante do efluente proveniente da vila de Messica, para o controle da qualidade da água antes de receber o Efluente.

**Local de amostragem M2**

Amostras colhidas no rio Messica, a jusante do efluente proveniente da vila de Messica, para avaliar a contribuição deste na qualidade da água.

**Local de amostragem RM1 e RM2**

Amostras colhidas na junção dos rios Revuè e Messica, para avaliar o impacto da actividade turística na qualidade da água.

**Local de amostragem C1, C2 e C3**

Amostras colhidas na Albufeira de Chicamba para avaliar a qualidade geral da água da albufeira

**B FIGURAS**

Figura 1: Actividades Humanas, Qualidade e Distribuição dos Recursos Hídricos

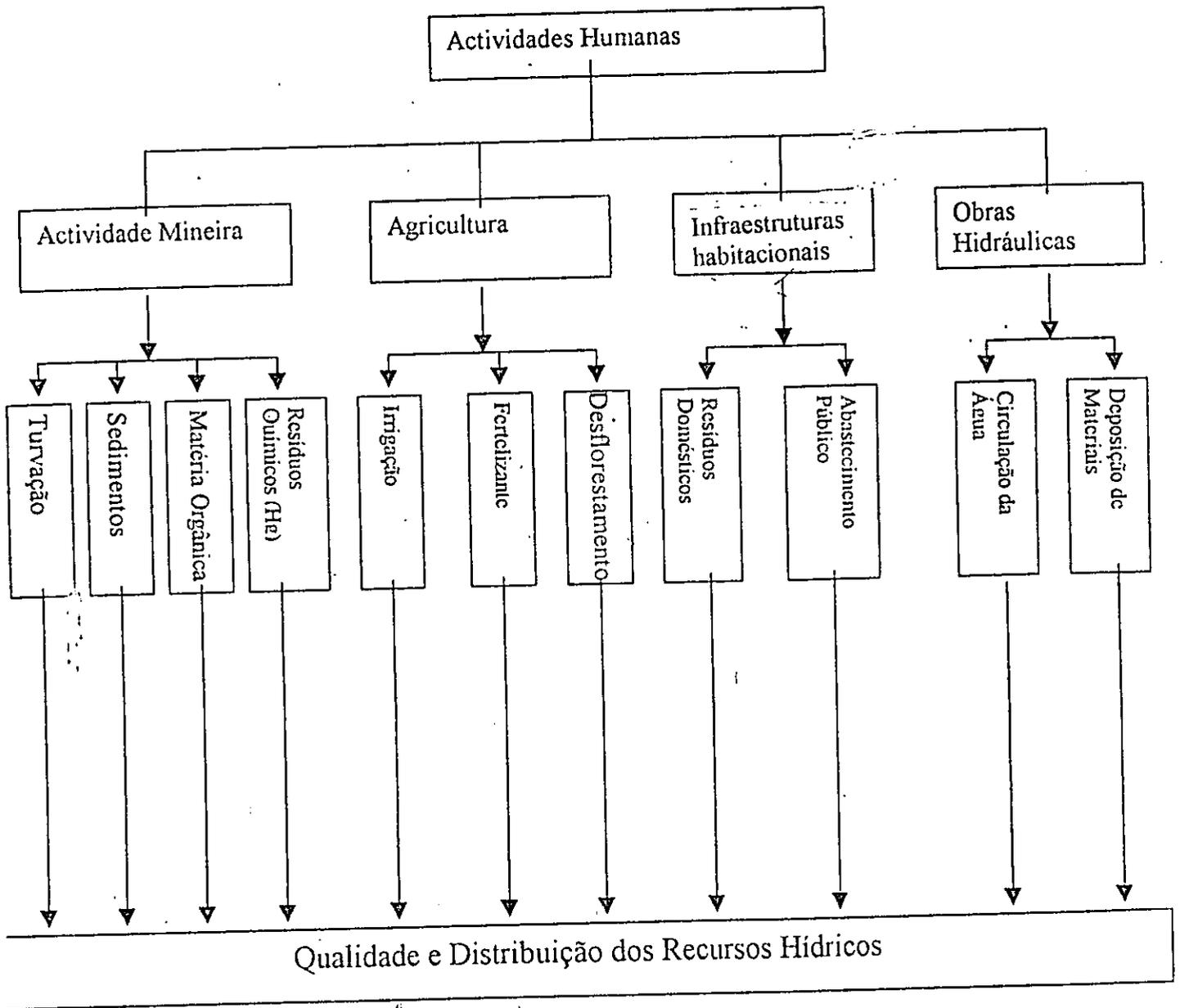
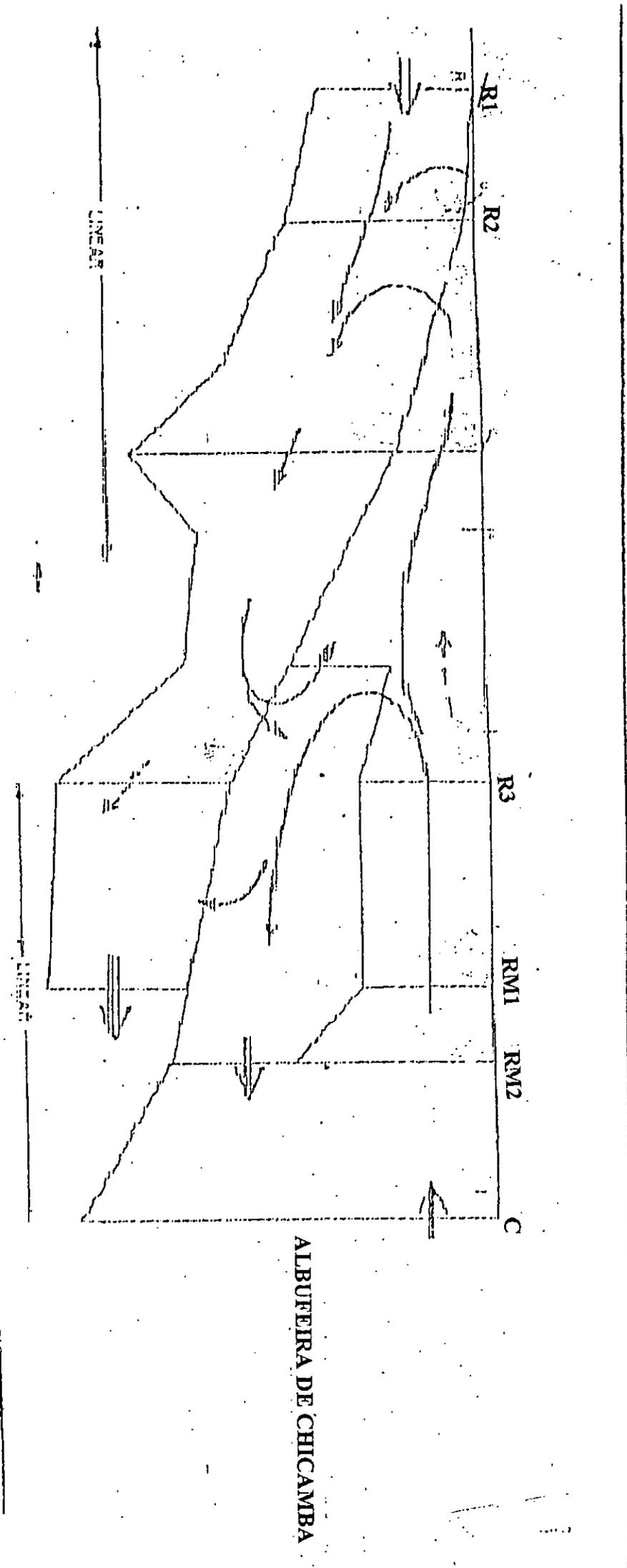


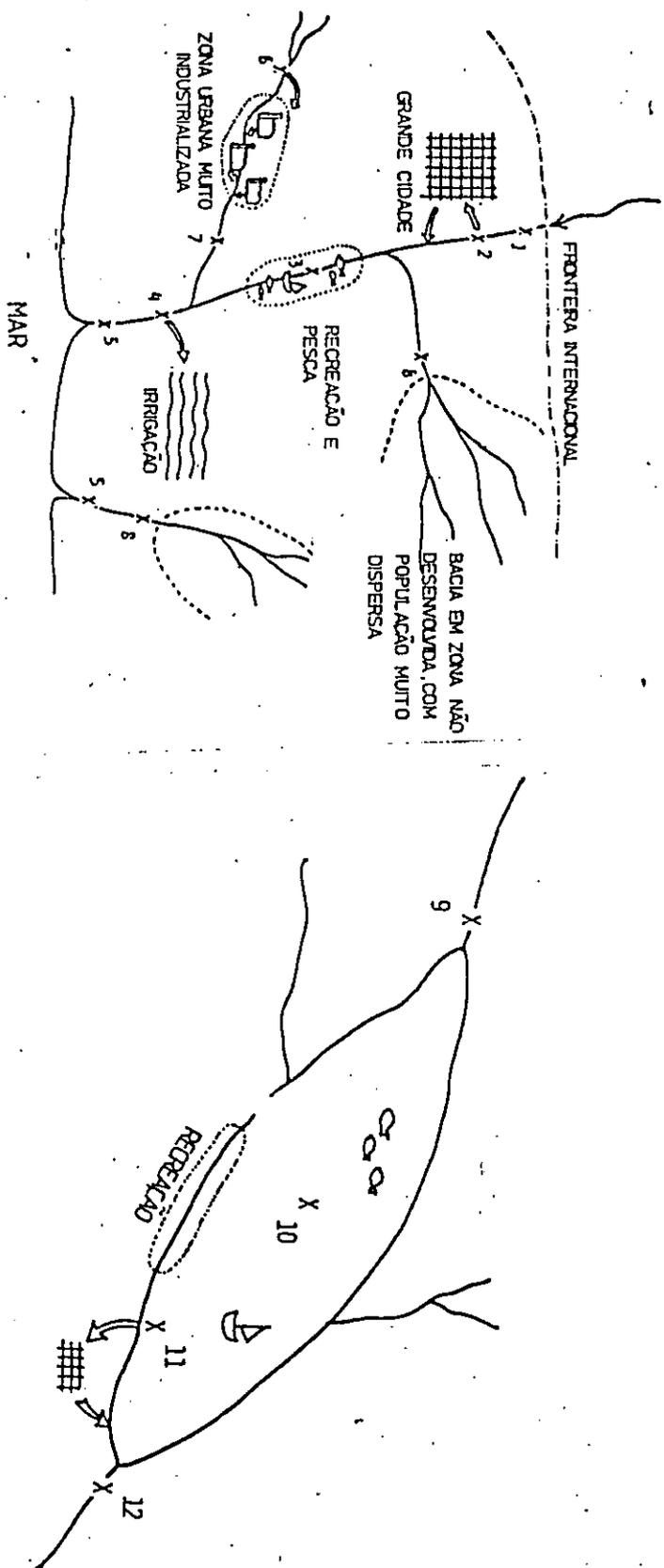
FIGURA Nº 2 : CIRCULAÇÃO DA ÁGUA NA ÁREA ENTRE  
PENHALONGA - CHICAMBA.



ALBUFEIRA DE CHICAMBA

Fonte: Adaptado de G.F.E, 1984

FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS.



Fonte: DGRAH, 1984; in "Curso internacional de Hidrologia Operativa"

**FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS.**

Fonte: DGRAH, 1984; in "Curso internacional de Hidrologia Operativa"

**Nota explicativa da figura nº3**

Estação de amostragem	Critérios
1	Imediatamente a jusante de uma fronteira internacional
2	Captação para abastecimento público de uma cidade
3	Importante zona de pesca e recreação
4	Captação para irrigação agrícola intensa
5	Limite de ação das mares
6	Efluente proveniente duma zona industrial
7	Juzante de descarga de efluente industrial e tributário com influência no rio principal
8	Estação para o controle da água no estado natural "Base Line"
9	Principal afluente tributário
10	Qualidade geral da água da albufeira
11	Água captada para o abastecimento de uma cidade
12	Água a saída da albufeira

Fonte: DGRAH, 1984; in "Curso Internacional de Hidrologia Operativa"



**Fotos 1 e 2 :** as imagens ilustram o processo de escavação do Ouro junto aos montes Nhamachato, cujo os impactos observados são: desmoronamento e erosão dos solos, cujo os materiais são transportados para o leito do rio Revué.





**Foto n.º3:** A imagem ilustra um caminho pelo qual passam os mineiros para as minas e para o leito do rio onde são notáveis sinais de erosão



**Foto n.º 4:** Na imagem, um antigo caminho desgastado pela erosão cujo os sedimentos são direccionados para o leito do rio Revué



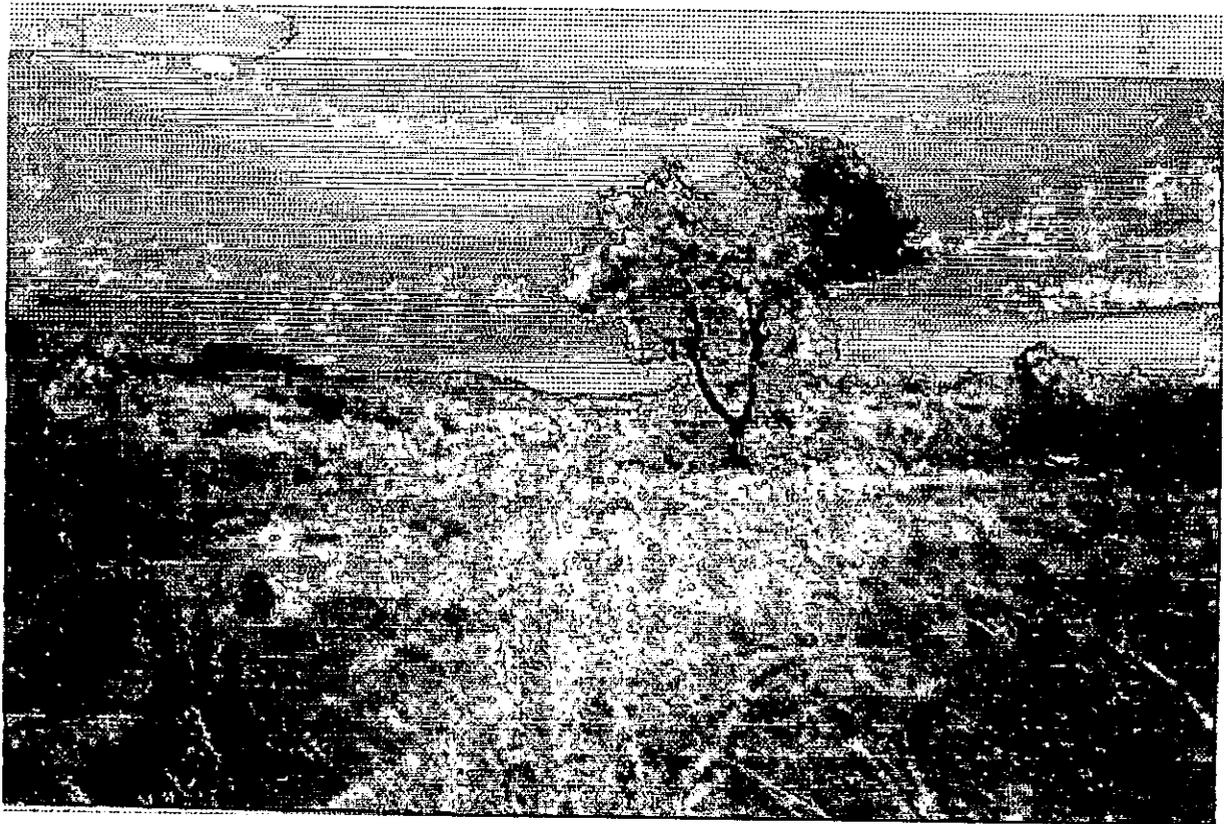
**Foto nº 5:** Na imagem, estão apresentados pequenos charcos, construídos pelos mineiros nas margens do rio Revuê em Nhamachato para a lavagem do Ouro e alguns acampamentos onde residem os mineiros e desenvolve-se o comércio informal.



**Foto nº6:** na imagem, á direita está o autor do trabalho a se informar junto aos mineiros sobre técnicas de lavagem do Ouro



**Foto n.º 7:** Processo de lavagem e purificação do Ouro em Nhamachato.



**Foto n.º 8:** A imagem, ilustra a vegetação herbácea de inundação temporária nas margens do efluente que drena água turva de volta ao rio Revué

C - TABELAS

**TABELA Nº 1: ALGUNS INDICADORES PROPOSTOS PELA DGRAH PARA CLASSIFICAÇÃO DE CURSOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS DE ACORDO COM AS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE PARA USOS MULTIPLOS**

Parâmetro / Classe	A	B	C	D
PH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6 - 9	5,5 - 9,5
Temperatura (°C)	Até 20° C	20°C - 25°C	25° - 28°C	28°C - 30°C
Condutividade (mho/cm <sup>2</sup> )	Até 750	750 - 1000	1000 - 1500	1500 - 3000
Sólidos suspensos (mg/l)	Até 25	25 - 30	30 - 40	40 - 80
NH <sub>4</sub> (mg/l)	Até 0,1	0,1 - 1	0,1 - 1	1 - 5
NO <sub>3</sub> (mg/l)	-	-	Até 50	-
Coliformes totais (MMP/100ml)	Até 50	50 - 5000	50 - 5000	-
Coliformes fecais (MMP/100ml)	Até 10	10 - 2000	10 - 2000	-
Fe (mg/l)	Inferior a 0,5	0,5 - 1	-	Superior a 1
Zn (mg/l)	Até 0,3	0,3 - 1	1 - 5	5 e +
Cu (mg/l)	Até 0,02	0,02 - 0,05	0,05 - 0,1	0,1 e +
Pb (mg/l)	Até 0,05	0,05	0,05 - 1	1 e +
Hg (mg/l)	Até 0,0005	0,0005	0,0005	0,0005 e +
Ag (mg/l)	Até 0,2	0,2	0,2 - 0,5	0,5 e +
BOD (mg/l de O <sub>2</sub> )	Até 3	3 - 5	5 - 8	8 - 20

Fonte: DGRAH, 1984 : Curso internacional de Hidrologia Operativa. Edição comemorativa ao Centenário dos Recursos Hídricos.

**TABELA Nº 9 : CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA NA  
ÁREA PENNHALONGA -CHICAMBA DO RIO REVUÊ E ALGUNS  
AFLUENTES.**

Estação de amostragem	Coliformes Totais (NMP/100ml)	Coliformes Fecais (NMP/100ml)	Avaliação
R1	0	0	P
R2	***	***	I
R3	****	****	I
N1	***	***	I
N2	***	***	I
M1	***	***	I
M2	***	***	I
RM1	***	***	I
RM2	***	***	I
C1	***	***	I
C2	***	***	I
C3	***	***	I

Fonte: Elaborada com base nos resultados da análise efectuada no Laboratório Provincial de Águas e Alimentos de Manica. Durante o trabalho de campo.

#### Nota explicativa

0 - Água não contaminada por bactérias Coliformes

\*\*\* - Água contaminada por bactérias coliformes, com uma concentração inferior ou igual a 2400/ 100ml de água.

\*\*\*\* - Água contaminada por bactérias Coliformes, com uma concentração superior a 2400/ 100ml de água.

P - Água própria para o consumo humano

I - Água imprópria para o consumo humano.

**TABELA Nº16: QUALIDADE DA ÁGUA DA ÁREA ENTRE PENHALONGA E BARRAGEM DE CHICAMBA, DO RIO REVUÈ E ALGUNS AFLUENTES.**

Local de amostragem	PH	Cond Mho/cm	Alc mg/l	Dur	Tur NTU	Ca mg/l	Mg mg/l	NH4 Mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l
Penhalonga (R1)	7,4	62	12,1	48	1,0	0,16	4,4	0,001	0,06	0,004
Nhamachato (R2)	7,6	63	39,9	58	46,2	11,1	12,4	0,9	1,8	1,4
Revuè Captação (R3)	7,8	68	42,0	50	5,1	8,8	11,4	0,8	0,9	1,0
Munene Machip. (N1)	7,6	137	36,5	100	3,1	9,8	11,1	0,6	0,8	0,7
Munene Jusante (N2)	7,6	238	231,0	272	4,4	12,9	11,3	0,9	1,7	0,9
R. Messica (M1)	8,2	74	34,1	48	2,4	8,2	1,01	0,4	0,95	0,8
R. Messica ponte (M2)	7,6	76	36,0	54	5,6	0,6	1,2	0,41	1,1	0,85
Revuè Messica (RM1)	7,5	78	48,0	49	3,4	0,9	8,2	0,61	1,3	0,8
Revuè Messica (RM2)	7,2	85	49,1	48	3,7	1,2	8,1	0,65	1,0	0,81
Chicamba (C1)	7,2	87	50	49	6,0	4,9	6,3	0,8	1,1	1,0
Chicamba (C2)	8,0	140	48,1	47	6,7	4,6	6,1	1,2	1,0	0,95
Chicamba (C3)	8,3	138	50,8	56	10,1	6,1	6,8	1,1	1,4	1,0

Fonte: Elaborada com base nos resultados da análise laboratorial efectuada no Laboratório provincial de Higiene, Alimentos, Águas e Alimentos de Manica. Registo nº 348 /2000.

**TABELA Nº 17 : QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO REVUÈ EM NHAMACHATO (R2)**

Parâmetro	Águas superficiais	Águas profundas (2metros)
Condutividade Eléctrica (mho/cm)	90	131
Temperatura (°C)	26,2	21,5
Alcalinidade total (mg/l)	32	60
Cálcio (mg/l)	0,05	0,19
Magnésio (mg/l)	0,26	0,23
Nitritos (mg/l)	0,016	0,14
Ferro total (mg/l)	0,08	0,11
Sulfatos (mg/l)	0,010	0,08
Cloretos (mg/l)	0,3	0,3
Turvação (NTU)	12	16
Cór	22	44
BOD (mg/l)	0,5	1,9
Solidos suspensos (mg/l)		148
DO (mg/l)	8,6	6,0

Fonte: Águas de Manica, Registo nº 33 de 19 /02 / 1999

**TABELA Nº 18 : QUALIDADE DA ÁGUA NA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA A VILA DE MESSICA (R3)**

Parâmetro	A Fevereiro 1981	B Abril 1981	B Outubro 1981
PH	6 - 8	7,5 - 9	7,3 - 8
Dureza total (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	30 - 60	30 - 55	40 - 45
Alcalinidade Total mg/l)		25 - 50	50 - 65
Cálcio (mg/l)	10	0 - 20	15 - 30
Magnésio (mg/l)	10	10 - 35	15 - 35
Ferro (mg/l)	0,2 - 2,0	0,03 - 0,12	0,10 - 0,12
Bicarbonatos	70 - 110	-	-
Sulfatos (mg/l)	0,04 - 0,05	0,09 - 0,12	0,75 - 0,8
Nitritos (mg/l)	10	0,01 - 0,02	0,013 - 0,015
Nitratos (mg/l)	10 - 50	5 - 18	10 - 22
Matéria Orgânica (mg/l)	2 - 10	-	-
BOD (mg/l)	-	2 - 5	1 - 2
Turvação	10 - 50	5 - 18	10 - 22
Cór (Pt UNIT)	0	20 - 30	40 - 50
Silíca (mg/l)	0,02 - 0,03	-	-
Cloretos (mg/l)	0,2 - 0,3	0,2 - 0,8	1,5 - 5

Fonte: A - J. Povry, 1981, B - GEE, 1982

**TABELAS Nº 20,21,22,23,24 e 25: APURAMENTO DA DIRECÇÃO  
PREDOMINANTE DE VENTO NA ÁREA NO DISTRITO DE MANICA .**

TABELA Nº20 (1994)

Meses	Direcção dos ventos e respectivo nº de dias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	8	0	8	0	12	1	2	0
F	0	12	0	2	0	10	0	4	0
M	0	7	0	5	0	16	1	2	0
A	0	12	0	4	0	9	1	4	0
M	0	12	0	5	0	14	0	0	0
J	0	6	0	5	0	13	1	5	0
J	1	5	1	4	0	12	5	1	0
A	0	7	0	4	0	16	1	4	0
S	0	10	0	3	0	20	0	0	0
O	0	2	0	0	0	22	2	2	0
N	0	5	0	2	0	18	0	1	0
D	0	7	0	6	0	17	0	5	0

Tabela elaborada com base em dados referentes a circulação do vento em Manica do INAM

TABELA Nº 21 (1995)

Meses	Direcção dos ventos e e o respectivo nº de dias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	6	0	1	0	20	0	4	0
F	0	13	0	3	0	17	0	3	0
M	0	7	0	3	0	16	1	1	0
A	0	11	0	7	0	15	2	0	0
M	0	13	0	6	0	17	0	2	0
J	0	6	0	3	0	7	0	18	0
J	0	5	0	0	0	17	0	8	0
A	0	7	0	1	0	19	0	5	0
S	0	9	0	1	0	18	0	6	0
O	0	10	1	1	0	22	0	1	0
N	0	2	0	1	0	22	0	1	0
D	0	5	0	4	0	16	0	1	0

Fonte: Tabela elaborada com base nos dados referentes a circulação do vento em Manica do INAM

TABELA Nº 22 (1996)

Meses	Direcção do vento e o respectivo nº dedias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	12	0	3	0	15	0	1	0
F	0	11	0	6	0	6	0	5	0
M	0	7	0	1	0	21	0	2	0
A	0	7	0	0	0	20	0	3	0
M	0	6	0	0	0	15	0	10	0
J	0	2	0	0	0	6	0	2	0
J	0	12	0	2	0	9	0	5	0
A	0	15	0	0	0	19	0	2	0
S	1	10	0	2	0	10	0	0	0
O	0	19	0	1	0	12	0	0	0
N	0	9	0	1	0	18	0	1	0
D	0	13	0	1	0	17	0	0	0

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados referentes a circulação do vento em Manica do INAM.

TABELA Nº 23 (1997)

Meses	Drecção do vento e o respectivo nº de dias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	10	0	4	0	16	0	0	0
F	0	8	0	1	0	20	0	0	0
M	0	11	0	0	0	19	0	0	0
A	0	4	0	4	0	21	0	0	0
M	0	7	0	5	0	16	0	2	0
J	0	11	0	4	0	9	0	6	0
J	0	0	0	8	0	17	0	3	0
J	0	6	0	3	0	17	0	5	0
S	0	8	0	6	0	16	0	1	0
O	0	15	0	1	0	14	1	0	0
N	0	11	0	0	1	19	0	2	0
D	0	7	0	4	0	16	0	1	0

Tabela elaborada a partir de dados referentes a circulação do vento do INAM

TABELA Nº 24. 91998)

Meses	Direcção do vento e o respectivo nº de dias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	12	0	3	0	16	0	0	0
F	0	9	0	2	0	20	0	5	2
M	0	10	0	0	0	19	0	4	0
A	0	5	0	4	0	23	0	3	0
M	0	8	0	6	0	16	0	0	0
J	0	10	0	4	0	9	0	1	0
J	0	1	0	6	0	16	0	10	0
A	0	5	0	5	0	18	0	4	0
S	0	8	0	4	0	16	0	4	0
O	0	16	0	0	0	15	0	0	0
N	0	11	0	2	0	17	1	0	8
D	0	7	0	4	0	19	0	2	4

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados referentes a circulação do vento do INAM

TABELANº 25 (1999)

Meses	Direcção do vent e o respectivo nº de dias								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
J	0	4	1	1	1	12	0	2	8
F	0	3	0	2	0	14	0	0	10
M	0	3	0	0	0	16	0	2	12
A	0	5	0	2	0	11	0	4	10
M	0	9	0	1	0	10	0	5	4
J	0	15	0	0	0	7	0	8	0
J	0	10	0	3	0	6	0	6	3
A	0	12	0	4	0	9	0	5	0
S	0	8	0	1	1	17	0	1	0
O	0	11	0	2	2	17	1	0	0
N	1	14	0	0	0	15	0	0	0
D	0	10	0	0	0	14	0	0	1

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados referentes a circulação de ventos em Manica do INAM

## LEIS BÁSICAS PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

### A vegetação deve ser preservada nas seguintes áreas

- a. Margens dos rios: Junto aos grandes rios é requerida uma faixa de 50 metros de largura, enquanto que ao longo de pequenos rios uma faixa de 20 metros é suficiente.
- b. À volta das margens dos lagos, lagos salgados e pântanos de água salgada, uma faixa de 50 metros de largura para áreas grandes e de 20 metros para áreas pequenas.

### Encostas íngremes e afloramentos rochosos

- c. Nas encostas íngremes ( $> 16^\circ$ ) e
- d. Nos afloramentos rochosos qualquer dimensão e a seu redor.

### Floresta costeira marítima

- e. Em todas as dunas costeiras a maior parte da área terrestre que se encontra dentro de 1km ao longo do mar deve ser considerada zona costeira defendida,
- f. Zonas de areias costeiras que suportam densas florestas.

Fonte: Map/DNFFB (S.d) Leis Básicas para a conservação da natureza.