

GT-12

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE LETRAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

CURSO DE GEOGRAFIA

**GESTÃO DOS RIOS INTERNACIONAIS EM
MOÇAMBIQUE:**

(Estudo do caso do baixo Limpopo)

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

Autor: Simião Fernando Conzo

MAPUTO, DEZEMBRO DE 1999

GT-12

F. LETRAS U.E.M. 04
R. E. 27/123
DATA 17/fev/2000
AQUISIÇÃO referida
GOTA GT-12

556
C7689

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE LETRAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

CURSO DE GEOGRAFIA

***GESTÃO DOS RIOS INTERNACIONAIS EM
MOÇAMBIQUE:***

(Estudo do caso do baixo Limpopo)

Supervisor: dr. JESSEN, Mário

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

Autor: Simião Fernando Conzo

MAPUTO, DEZEMBRO DE 1999

INDICE

➤ DECLARAÇÃO.....	I
➤ DEDICATÓRIA.....	II
➤ AGRADECIMENTOS.....	III
➤ RESUMO.....	IV
➤ LISTA DE ABREVIATURAS.....	V
➤ LISTA DE MAPAS E CARTAS.....	VI
➤ LISTA E TABELAS.....	VII
➤ LISTA DE GRÁFICOS.....	VIII
➤ LISTA DE FIGURAS.....	IX
CAPÍTULO I - APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	10
1.0- INTRODUÇÃO.....	10
1.1- OBJECTIVOS.....	11
1.1.1- OBJECTIVO GERAL	
1.1.2- OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	
1.2- JUSTIFICAÇÃO.....	11
1.3- PROBLEMA.....	12
1.4- PRESSUPOSTOS.....	12
1.5- METODOLOGIA.....	13
1.6- DADOS HISTÓRICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
CAPÍTULO II- CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO	
2.1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
2.2- GEOLOGIA.....	16
2.3- MORFOLOGIA.....	18
2.4- SOLOS.....	18
2.5- CLIMA.....	19
2.5.1- TEMPERATURA.....	24
2.5.2- PLUVIOSIDADE.....	25
2.5.3- HUMIDADE RELATIVA.....	26
2.5.4- EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	28
2.5.5- VENTOS.....	29
2.7- HIDROGRAFIA.....	30
2.7.1- ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	30
2.7.2- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	30
2.8- VEGETAÇÃO.....	31
2.9- POPULAÇÃO.....	32
2.9.1- DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA POPULAÇÃO.....	32
2.10- AGRICULTURA E CRIAÇÃO DE GADO.....	33
2.11- PESCA.....	35
2.12- TURISMO.....	36
CAPÍTULO III- BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LIMPOPO.....	37
3.1- ASPECTOS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LIMPOPO.....	37

3.2- ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	39
3.3- CONCLUSÕES.....	56
3.4- RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	56
CAPÍTULO IV-BIBLIOGRAFIA.....	57
CAPÍTULO V-ANEXOS.....	59

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.....||

Aos meus pais, Fernando Conzo e Beatriz Manjate
A minha esposa Natércia e minhas filhas Eunice, Lénia e Beatriz.

AGRADECIMENTOS.....III

Quero agradecer a quantos foram consultados e dedicaram parte do seu tempo para que o presente trabalho se tornasse uma realidade, pois, contou com o apoio de várias entidades e pessoas singulares.

Particularmente, agradeço ao drº Mário Jessen, supervisor do trabalho, que sempre sacrificadamente encontrou tempo para transmitir experiência e prestar apoio para que este trabalho alcançasse a sua fase final.

À direcção do INIA, na pessoa do eng. Mazuze, pelo fornecimento de mapas de solos.

À DNG, na pessoa de José Castro, pelo apoio em cartas e mapas geológicos e relatórios.

À DNFFB, departamento de florestas, nas pessoas da eng. Regina Cruz e o técnico Isac Oman, pelo fornecimento de relatórios e cartas de cobertura florestal.

A DNA

Ao MICOA

À ARA-Sul

Uma palavra de apreço ao corpo docente do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da UEM, pela experiência, transmitida durante os anos do curso.

Aos Governos provincial de Gaza e distrital de Xai Xai, por me terem concedido facilidades de recolha de dados relevantes a este trabalho, nos vários pontos do distrito.

A todos os meus colegas e amigos, pelo apoio prestado durante o curso e pelas discussões mantidas e críticas frutuossas recebidas.

Antecipadamente, expresso a minha sincera gratidão aos membros do júri, cuja responsabilidade foi de fazer juízo deste trabalho.

A todos, um sincero obrigado.

RESUMO.....IV

O presente trabalho tem como objectivos específicos, a avaliação dos padrões das cheias e secas na bacia do rio Limpopo e os seus impactos sobre a agricultura e pecuária no distrito de Xai Xai, bem como a identificação dos problemas de gestão e manejo de água.

Para se atingir os objectivos traçados, fez-se a análise dos mapas fisiográficos da região, tabelas das cheias mais importantes da bacia do rio Limpopo, durante os últimos trinta anos.

A área do estudo, enquadra-se dentro da bacia hidrográfica do baixo Limpopo.

Na área de estudo verifica-se dois tipos de cheias: um considerado de menor impacto que é provocado pelas precipitações atmosféricas locais e outro, de maior impacto, provocado pelas precipitações atmosféricas que se registam nos países vizinhos.

As cheias, na bacia do Limpopo, provocam enormes prejuízos.

As alturas hidrométricas do rio Limpopo, em Moçambique, diminuem da montante para a jusante, no entanto, são mais prejudiciais a jusante, onde chegam a alagar vastas áreas.

A redução do caudal no baixo Limpopo, provoca a salinização das águas do rio.

A qualidade da água quer para o consumo assim como para a rega, acarreta problemas.

LISTA DE ABREVIATURAS.....V

ARA Sul- Administração Regional das Águas do Sul
°C- Grau Centígrado
CENACARTA- Centro Nacional de Cartografia
CNP- Comissão Nacional Plano
DNA- Direcção Nacional de Águas
DNG- Direcção Nacional de Geologia
DNAGECA- Direcção Nacional de Geografia e Cadastro
Drº- Licenciado
E- Este
eng.-Engenheiro
FAO- Food and Agriculture Organization
Fig.- Figura
INAHINA- Instituto Nacional de Hidrologia e Navegação
INAM- Instituto Nacional de Meteorologia
INE- Instituto Nacional de Estatística
INIA- Instituto Nacional de Investigação Agronómica
INPF- Instituto Nacional de Planeamento Físico
IUCN- União Internacional de Natureza
MICOA- Ministério de Coordenação Ambiental
m- Metro
m.a. - Milhões de anos
mm- Milímetro
N- Norte
NE- Nordeste
NTU – Number Turbity Units
PAP- Programa de Acções Prioritárias
S- Sul
SE- Sudeste
SW- Sudoeste
Tab- Tabela
W- Oeste
UEM- Universidade Eduardo Mondlane
UNEP- Nações Unidas para o Ambiente

A- LISTA DE CATRAS E MAPAS.....VI

- Mapa 1-Localização da área de estudo.
- Mapa 2-Bacia sedimentar de Moçambique - sul do Save
- Mapa 3-Divisão administrativa do Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 4-Geologia do Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 5-Relevo do Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 6-Solos do Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 7-Vegetação do Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 8-Temperatura, precipitação e deficiência da água no Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 9-Precipitação, evapotranspiração e humidade relativa no Distrito de Xai-Xai.
- Mapa 10-Hidrografia do Distrito de Xai-Xai.

B- LISTA DE TABELAS.....VII

- TAB.1-Superfície comparada da Província de Gaza, Distrito e Cidade de Xai-Xai.
- TAB.2-Principais tipos de solos do Baixo Limpopo.
- TAB.3-Valores dos coeficientes de Von Hann para o Distrito de Xai-Xai.
- TAB.4-Temperaturas médias mensais.
- TAB.5-Alturas pluviométricas.
- TAB.6-Humidade relativa.
- TAB.7-Evapotranspiração.
- TAB.8-Balanço hidrológico no Distrito de Xai-Xai.
- TAB.9-Distribuição geográfica da população de Xai-Xai por postos administrativos
- TAB.10- Evolução da população por postos administrativos.
- TAB.11-Evolução dos efectivos dos principais tipos de gado.
- TAB.12-Estações com registos regulares das cheias.
- TAB.13-Níveis máximos durante as cheias do rio Limpopo.
- TAB.14-Caudais máximos durante as cheias do rio Limpopo.
- TAB.15-Alturas e caudais máximos do rio Limpopo.
- TAB.16-Picos de cheia e tempo de propagação.
- TAB.17-Probabilidade de ocorrência de cheias.
- TAB.18-Bacias internacionais de Moçambique.
- TAB.19-Classificação da água com base na salinidade e RAS.
- TAB.20-Parâmetros da água para a rega.
- TAB.21-Normas da OMS sobre água potável.



C- LISTA DE GRÁFICOS.....VIII

- GRÁFICO-1-Gráfico termopluiométrico.
- GRÁFICO-2-Evolução da população da província de Gaza.
- GRÁFICO-3-Variação da condutibilidade eléctrica ao longo do rio Limpopo.
- GRÁFICO-4-Variação do Nitrogénio ao longo do rio Limpopo.
- GRÁFICO-5-Variação do RAS ao longo do rio Limpopo.
- GRÁFICO-6-Variação da amónia.

D- LISTA DE FIGURAS.....IX

- FIG.1-Direcção predominante dos ventos no distrito de Xai-Xai.
- FIG.2-Hidrograma de cheia de Janeiro-Fevereiro de 1967.
- FIG.3-Hidrograma de cheia de Janeiro-Fevereiro de 1972.
- FIG.4-Hidrograma de cheia de Fevereiro-Março de 1977.
- FIG.5-Hidrograma de cheia de Janeiro-Fevereiro de 1981.

CAPÍTULO-I APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1.0- INTRODUÇÃO

Uma das condições basilares para o desenvolvimento duma região, são as disponibilidades hídricas, sendo a falta de água factor impeditivo do seu desenvolvimento económico, Loureiro, (1973:1).

Os recursos hídricos superficiais em Moçambique, são a principal fonte de água. No sul do país, o sistema hídrico é constituído fundamentalmente por rios internacionais, como o rio Limpopo, que escoam em vales abertos. Na época seca quando o escoamento atinge o seu mínimo, a intrusão salina pode penetrar para o interior. Como muitos dos esquemas de irrigação existentes e em estudos, estão baseados nos recursos destes rios, a situação tem tendência a piorar (¹).

O eventual aproveitamento destes rios, pelos países situados a montante, conduzirá de igual forma, ao agravamento da situação, Cunha, (1982:4).

Para Vaz, (1995:25), a gestão dos recursos hídricos, como o rio Limpopo, sendo uma função integradora a nível nacional e regional, exige instituições públicas, fortes e competentes. Portanto, não existe nenhuma lei supranacional que obrigue os estados a assumirem determinados comportamentos na utilização de recursos de bacias partilhadas, para além da ética das relações internacionais entre estados.

Considerando as cheias e secas como fenómenos hidrológicos extremos a que frequentemente estão associadas consequências catastróficas que têm atingido a humanidade em diversas ocasiões através dos séculos, nos propomos a fazer estudo da gestão dos rios internacionais em Moçambique, num estudo do caso- cheias e secas no baixo Limpopo, no distrito de Xai-Xai, no período compreendido entre 1966 e 1996.

¹-Mac Donald & Partnsse, 1990:6.

1.1- OBJECTIVOS

1.1.1- OBJECTIVO GERAL

Com o presente trabalho, pretendemos fazer um estudo de caso para identificar os problemas de gestão da água nos períodos de estiagem e de chuva, assim como identificar os padrões das cheias⁽²⁾ e secas⁽³⁾ na zona baixa de Xai-Xai e avançar com propostas/recomendações para uma gestão integrada da bacia hidrográfica do Limpopo, bem como despertar interesse aos governantes, académicos e cientistas das diversas áreas ligadas aos recursos hídricos, de modo a contribuir para uma gestão melhorada desta bacia.

1.1.2- OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os padrões das cheias e secas na bacia do rio Limpopo.
- Identificar os impactos das cheias e secas sobre a agricultura e pecuária no distrito de Xai-Xai.
- Identificar os problemas de gestão e manejo de água.
- Propôr medidas para uma gestão melhorada.

1.2- JUSTIFICAÇÃO

O assunto dos recursos hídricos, que Moçambique partilha com os outros estados da região, tem preocupado académicos moçambicanos, receosos em que a tendência de crescimento das tecnologias, sobretudo a agro-industrial nos países que recebem primeiro as águas dos rios que drenam em Moçambique, possam afectar negativamente o nosso território.⁽⁴⁾

"...alguns problemas de salinização afectam a utilidade da água. A intrusão do sal a partir do mar no estuário causa salinização, que em condições de caudal normal não dá problemas, mas que em anos secos causa problemas até a 80 km de distância da foz do rio e deixa a água não apropriada para a rega", Matola, (1995, in UNEP, 1998:34).

As cheias e secas cíclicas que se registam na bacia do Limpopo têm um impacto negativo, principalmente nas actividades agro-pecuárias. "As cheias na bacia do rio Limpopo, resultam da queda de grandes volumes de chuva na África do Sul, Botswana e Zimbabwe, que representa 80% do total da bacia hidrográfica da área. As cheias no baixo Limpopo, são imensas causando grandes perdas económicas e humanas, quando as vazões máximas dos rios Limpopo e dos Elefantes coincidem após a confluência. Durante as cheias, o rio limpopo transborda as margens e provoca cheias em Chokwé e mais a jusante até Xai-Xai", UNEP, (1998:34).

²- Aumento do volume de água, transbordando e alagando os territórios circundantes (Magalhães, A., 1973:93).

³- Carência de água, considerando-se não apenas a precipitação, mas também o escoamento de águas superficiais e ou subterrâneas e a evaporação.

⁴- In Jornal Notícias, 20/01/1998: p1, col.1.

A demarcada divisão do ano hidrológico em Moçambique (⁵), num período húmido e outro seco, o carácter torrencial dos rios e os baixos escoamentos destes, impoem que para o aproveitamento dos escoamentos das águas superficiais, se proceda a regularização dos regimes. Nesta regularização, assumem importância os rios internacionais, dada a elevada percentagem do escoamento total que provem do exterior do País.

Não querendo considerar a possibilidade de um entendimento com os países vizinhos de Moçambique, para a repartição das águas nos anos de grande estiagem, foram elaborados e implementados vários projectos, tais como:

-construção de pontes, albufeiras, barragens, diques de defesa contra as cheias e, sobretudo, uma rede de distribuição de água de rega.

O estado obsoleto do equipamento que a empresa "Águas de Xai-Xai" possui neste momento e o elevado número da população, acarreta problemas no já deficiente sistema de abastecimento de água nos diferentes pontos do distrito SPPF, (1993:28).

1.3- PROBLEMA

A probabilidade e frequência das cheias e secas no baixo Limpopo, bem como a ocorrência periódica de cheias com períodos de retorno de 6-7 anos, podendo se transformar em períodos de 2-3 anos durante os últimos 30 anos, é preocupante, resultando daí a necessidade de melhorar a gestão e o manejo da água.

O estado obsoleto do equipamento que a empresa "Águas de Xai-Xai" possui neste momento, o elevado número da população e a relação entre o controle dos caudais do rio Limpopo e seus afluentes, nos países vizinhos acarretam problemas no já deficiente sistema de abastecimento de água nos diferentes pontos do distrito.

1.4- PRESSUPOSTOS

O sul de Moçambique, do ponto de vista hidrológico, apresenta-se numa situação de déficit de água, tomando em consideração que a evaporação potencial é maior que a queda pluviométrica. Esta situação é agravada pela retenção da água pelos países vizinhos. Devido a existência de um clima mais húmido nos países do interland, no período das chuvas podem ocorrer cheias em Moçambique, motivadas pela abertura de comportas das barragens ou de represas. O manejo da água pelos países vizinhos, não toma em consideração as necessidades de Moçambique.

No distrito de Xai-Xai, o acesso à água do rio Limpopo está ainda aquém das necessidades da maioria das aldeias, devido a fraca qualidade de água do rio Limpopo e daí, o recurso, em muitos casos, a água dos poços.

⁵- Ataide, C. et al, 1976:53

1.5- METODOLOGIA

Para a concretização do trabalho, fizemos uma pesquisa e consulta bibliográfica de diferentes fontes escritas (uma categoria que inclui livros e outra, outros tipos de materiais impressos -artigos de revistas, textos, folhas noticiosas): nas instituições como DNA, INIA, Ministério de Agricultura e Pescas, INPF, INAM, ARA-Sul, Consultec, Ministério das Obras Públicas e Habitação, MICOA, Instituto de Desenvolvimento Rural, DINAGECA, CENACARTA).

Foram usados os seguintes métodos e técnicas:

- Método cartográfico- Consistiu na leitura e interpretação de mapas que representam a geologia, topografia, solos, vegetação da região dentre outros aspectos fisiográficos da região;
- Método comparativo- Consistiu na diferenciação no tempo dos dados (comparação da qualidade da água actual, com a de a dez ou vinte anos);
- Método estatístico- Para o cálculo índices de aridez, de humidade, hídrico, frequência e probabilidades de eventos hidro-climatológicos;
- Método descritivo- Para a descrição de vários aspectos que foram tratados ao longo do trabalho;
- Técnica de observação- Consistiu em ver, ouvir e examinar os factos a estudar no campo. Assim sendo, foi feita uma visita a bacia hidrográfica do rio Limpopo, na zona baixa de Xai-Xai, para a recolha de dados, bem como, a análise de dados e posterior interpretação;
- Técnica de entrevista semi-padronizada e não padronizada - Para proporcionar esclarecimento de determinados aspectos relevantes.

1.6- DADOS HISTÓRICOS DA ÁREA DE ESTUDO

Antes da chegada dos portugueses SPPF, (1998:32), esta região foi conquistada e habitada por "So Changane" ou Manukusse, da tribo nduandue, indo de Nduandue-Zululândia-África do Sul.

Considera-se que Manukusse foi o fundador do Império de Gaza. Para melhor governação e segurança, no seu império trouxe pessoas da sua confiança que lhes foi colocando em diversas zonas, como chefes. Para o caso da zona que hoje é ocupado pela cidade de Xai-Xai e arredores, concretamente em Dlovuaze, colocou Xiluane Dlamine.

Depois da sua morte, Xiluane é sucedido pelo seu filho conhecido por N'Txai-Txai Dlamine. Este veio a morrer em plena batalha, na zona de Chirrunguine, e foi posteriormente sucedido por seu filho Munge, a quem foi finalmente usurpado o poder pelos portugueses.

Denominado João Belo e com o estatuto de povoação comercial desde 1897, é lhe conferido posteriormente o estatuto de vila a 27 de

Outubro de 1911.

Mesmo assim, os indígenas de Gaza, continuaram a chamar de N'Txai Txai no quotidiano.

Mais tarde, a 7 de Outubro de 1961, este aglomerado populacional é elevado a categoria de cidade, ainda com o nome de João Belo.

Com a Independência Nacional em 1975, esta cidade, passa a designar-se de Xai Xai.

A estrutura urbana de Xai Xai evoluiu a partir do facto dela ser porto fluvial do rio Limpopo. Ao mesmo tempo constituiu aspecto importante para esta evolução a condição da navegabilidade do rio, bem como o facto desta zona corresponder a um dos principais pontos de convergência regional para o acesso a Maputo.

Após a cheia de 1955, foi erguido o dique, estrutura que permitiu a cidade precaver-se das intermitentes cheias do rio Limpopo.

Em 1958, foi construída a estrada nacional nº1 que atravessa a cidade como eixo de convergência das populações e mercadorias para outras províncias.

Em 1964, é inaugurada a ponte do rio Limpopo, outro marco valioso no desenvolvimento da cidade e da região.

No fim da década 60, a cidade urbanizada mostrou tendência para crescer na direcção da parte alta do Tavene, enquanto que as áreas habitacionais não urbanizadas expandiram-se na margem do Limpopo.

A expansão da cidade, conheceu um desenvolvimento controlado e organizado a partir do plano de urbanização de 1962, tendo sido ajustado pela Hidrotécnica Portuguesa em 1974.

CAPÍTULO II- CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO**2.1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O distrito de Xai-Xai, situa-se no extremo sul da província de Gaza (fig.1 em anexo), no litoral do Oceano Índico. O distrito, está entre os paralelos 24°48'02"S e 25°16'20"S e entre os meridianos 33°18'48"E e 33°58'00"E. É limitado a Norte pelos distritos de Chokwé e de Chibuto, a Sul, pelo Oceano Indico, a Oeste, distrito de Bilene Macia. A Este, faz fronteira com o distrito de Manjacaze. Possui uma área de cerca de 1 745 km² (DINAGECA, 1999), vide tabela 1.

2.1- Tabela 1- Superfície comparada da província de Gaza, distrito e cidade de Xai-Xai.

	Área em km ²	% em relação a Província	% em relação ao Distrito
Província	75 709	100	
Distrito	1 745	2.3	100
Cidade	131	0.2	7.5

Fonte: SPPF-Gaza, 1998

A área de estudo, está inserida no troço que se estende desde a cidade de Xai Xai até a foz do rio Limpopo (vide mapa 1.a). A escolha desta área, deveu-se ao facto de ser a maior área hidrográfica que a bacia apresenta com uma estação que tem registos regulares das cheias desde 1950 até aos anos recentes.

2.1.1- DIVISÃO ADMINISTRATIVA

De acordo com a actual divisão administrativa, (vide mapa 3 em anexo) o distrito de Xai-Xai, é constituído por três postos administrativos, que são:

- Posto administrativo de Chongoene que compreende as localidades de Chongoene, Siaia, Nhacutse, Maciene e Nhamavila;
- Posto administrativo de Chicumbane que compreende as seguintes localidades de Chicumbane, Nuvunguene, Muzingane e Chirindzene;
- Posto administrativo Zongoene, com as seguintes localidades, Zongoene e Chilaulene.

2.2- GEOLOGIA

Segundo Afonso, (1976:7-13), Moçambique divide-se "grosso modo" em terrenos pré câmbricos, cuja a superfície é aproximadamente 534 000 km² e em terrenos pós-câmbricos, ocupando uma área de 237 000 km². Os terrenos pós-câmbricos (onde se encontra a bacia do Limpopo), são constituídos por formações do Karoo, Jurássico, Cretácico e ainda as formações Terciárias e Quaternárias.

Os terrenos terciários encontram-se no litoral de Cabo Delgado, na região de Inhaminga, ao longo do rio Save e ao longo do rio Limpopo.

As formações do Karoo, com idade compreendida entre 180 e 300 milhões de anos (m.a.), estão divididos em Karoo Inferior (rico em carvão, intercalado entre tilitos, grés e xistos) e Karoo Superior (essencialmente formado por basaltos riolitos e ignimbritos).

Os terrenos do Karoo situam-se na região de Tete, Niassa e Libombos.

O karoo superior - grupo de Stormberg, segundo Afonso, (1999:64 e 65), é contemporâneo da fracturação e do início do desmembramento do continente Gondwana, evento responsável pela formação de depressões de origem tectónica onde se depositaram sedimentos e pelo vulcanismo na parte terminal deste período. Divide-se em karoo superior sedimentar e ígneo. A actividade do karoo superior ígneo, essencialmente do tipo fissural e explosivo. Uma das regiões onde se destaca a actividade vulcânica é a da cadeia dos Libombos, cinturão vulcânico, o comprimento de 800 km e largura de 20 a 25 km, estende-se desde Pafúri até a fronteira com a Swazilândia e a África do Sul.

As formações do terciário, Afonso, (1976:7-13), estão datadas entre 1,6 a 70 (m.a.). A sequência litoestratigráfica é como se segue:

- Grés e conglomerados (formação do Mazamba);
- Grés calcário e calcário (formação de Jofane);
- Grés, Grés calco-argiloso e calcário;
- Grés-calcário, calcário e calcário numulítico(formação de Chiringoma).

O terciário indiferenciado distribui-se nomeadamente a montante dos rios Save, Limpopo e Massintonto (afluente do rio Uanétsi). As manchas do terciário têm a denominação de indiferenciado em virtude de não haver estudos pormenorizados das mesmas.

O quaternário, cuja base está datada de 1,6 m.a., é caracterizado essencialmente rochas sedimentares móveis.

O quaternário, foi dividido em unidades litoestratigráficas relacionados com os movimentos eustáticos típicos desta era. Assim, enumeram-se as seguintes unidades:

- Aluviões, coluviões e Eluviões;
- Terraços;
- Calcário lacustre;
- Formações dunares;

- Eluvião arenoso;
- Eluvião argilo-arenoso.

Os Aluviões e coluviões, Afonso, (1976:115-127) constituem depósitos incoerentes característicos da depressão tectónica Chiúre-Urema e ao longo das partes juzantes dos principais rios.

Eluvião argilo-arenoso, estes sedimentos ocupam várias áreas de morfologia plana (...). Uma outra característica é a falta de permeabilidade que os terrenos têm, em virtude de os terrenos possuírem uma grande percentagem de materiais argilosos. Como consequência, originam-se frequentes alagamentos e formação de pequenos e numerosas lagoas, que persistem durante bastante tempo após a época das chuvas.

Cretácico

A sedimentação e a actividade magmática desta época, Afonso, (1999:67) estão ligados a eventos relacionados com a abertura do Oceano Indico. A tectónica distinsiva ligada a estes acontecimentos, originou bacias continentais de afundamento devido ao abaixamento do bocos por sistemas de falhas e bacias marinhas, que passam gradualmente de leste para oeste.

Na bacia Save/Limpopo, deu-se a deposição de conglomerados na base, seguidos de grés margo-argilosos e glauconíticos, estes, sobrepostos de sedimentos finos, Soares et All (1970, citados por Afonso, R.S., 1999:69).

Sincronicamente ao evento anterior, depositaram-se na bacia Save/Limpopo sedimentos que deram origem ao grés arcósio e conglomerático de cor avermelhada a acastanhada, com cimento calcário, com calhaus de rochas vulcânicas do karoo e de gnaisses e conclastos de feldspato não alterado, indicativo de deposição rápida, Lucas e Afonso (1965, citados por Afonso, R.S., at all, 1999:69).

Segundo Mertens, E. (1970:2 e 3), na bacia do Limpopo, encontram-se formações pertencentes a diversos sistemas, sendo de referenciar o Karroo, Waterberg, sistema primitivo.

A bacia em território sul africano e zimbabweano, apresenta-se constituída por lavas basálticas, série de Ecca, rochas dentríticas siliciosas (grés) de cores acastanhadas, avermelhadas e arroxeadas, formações de conglomerados, grafite e gneiss.

Em Moçambique, a bacia na sua maior parte é constituída por formações sedimentares. Numa estreita área nas imediações da fronteira localizam-se as rochas eruptivas.

O baixo Limpopo enquadra-se, sob o ponto de vista geológico, na bacia sedimentar do quaternário Save/Limpopo (vide mapa 2 em anexo) (Ferro e Bouman, 1987). A bacia encontra-se na margem continental e faz parte das bacias meso-cenozóicas, que se situam ao longo da costa Este de África.

De acordo com o mapa 4 de Geologia do distrito de Xai-Xai, pode-se afirmar que no distrito distinguem-se os aluviões, dunas costeiras, dunas interiores e grés costeira.

2.3- MORFOLOGIA

Para Moreira, I. (1961:22), o vale do rio Limpopo em território nacional, é extraordinariamente plano.

A inclinação média do rio Limpopo na parte moçambicana, entre Pafúri e Xai-Xai, é de 0,35 m/km. Este valor indica que a inclinação do leito não é acentuada, e conseqüentemente uma baixa velocidade de escoamento superficial", Zaning (1996:14).

O relevo do distrito de Xai-Xai, apresenta-se plano em todo território com altitudes variáveis entre 80 e 200 metros na parte limítrofe com o distrito de Bilene, inclinando-se em direcção a bacia do Limpopo a Este e altitudes de 20 a 120 metros na margem esquerda do mesmo. A disposição do relevo do distrito é de Oeste-Este SPPF-Gaza (1998:16).

2.4- SOLOS

Segundo a legenda e a nota explicativa da carta de solos do distrito de Xai-Xai, folha nº1172, INIA, na escala 1:50 000, combinados com o mapa de solos nº6, CNA/CDI/1994 em anexo, foram identificados, para a área de estudo, a predominância dos seguintes tipos de solos:

- Aluvião, de dunas costeiras e de planície arenosa (vide mapa 6, em anexo).

TABELA 2- Principais tipos de solos do baixo Limpopo.

Símbolo	Agrupamento do solo	Característica dominante do subsolo	Geologia	Forma de terreno
Dc	solos de dunas costeiras amareladas	areia castanha acinzentada, solos profundos	areias eólicas, pleistoceno recente	dunas costeiras amareladas
Ab	Solos arenosos esbranquiçados	Area esbranquiçada, solos muito profundos	Areas eólicas pleistoceno superior	Planícies arenosas
Ah	Solos arenosos hidromórficos	Area acastanhada, solos muito profundos	Areas eólicas pleistoceno superior	Depressões arenosas hidromórficas
Aj	Solos arenosos alaranjados	Area acastanhada, solos muito profundos	Areas eólicas pleistoceno superior	Planícies arenosas
DAj	Solos arenosos alaranjados fase dunar	Area acastanhada, solos muito	Areas eólicas pleistoceno superior	Dunas interiores

		profundos		
Fa	Solos de aluviões argilosos	Argiloso castanho-acinzentado escura, solos profundos	Aluviões holocênicos	Aluviões argilosos
Fe	Solos de sedimentos marinos estuarinos	Argiloso cinzento, solos profundos e frequentemente saturados	Sedimentos marino estuarinos	Planície estuarina
Fs	Solos de aluviões estratificados de textura grossa ou fina	Franco-argiloso castanho-acinzentado, solos profundos	Aluviões holocênicos	Aluviões estratificados de textura grossa a média
Ft	Solos de aluviões turfosos	Turfoso cinzento muito escuro, profundos	Aluviões holocênicos	Vales turfosos
Fah	Solos de aluviões argilosos hidromórficos	Argiloso castanho-acinzentado escura, solos profundos	Aluviões holocênicos	Aluviões argilosos
Faz	Solos de aluviões argilosos hidromórficos	Argiloso castanho-acinzentado escura, solos profundos	Aluviões holocênicos	Aluviões argilosos

Fonte: INIA, 1992

2.5- CLIMA

De entre as características climáticas que maior influência exercem na ocorrência e regime das águas, deve-se citar a precipitação, a temperatura, a humidade e evapotranspiração.

Na óptica de Ferreira (1965:9), a classificação dos climas faz-se com base em critérios convencionais, aplicados aos valores médios dos elementos climáticos, a frequência da sua ocorrência, a sua distribuição, etc..

O clima do distrito de Xai-Xai, na classificação mais simples de Ferreira, ib quanto a:

- Temperatura, qualifica-se de quente, pois o valor médio da temperatura do ar, é superior a 20°C;
- Humidade, qualifica-se de seco, pois, o valor médio da humidade relativa do ar, está compreendido entre 55 e 75%;

- Precipitação, qualifica-se de moderadamente chuvoso, o valor médio da quantidade total de precipitação no ano está compreendida entre 500 e 1000 mm.

Para uma classificação que se aproxima mais a realidade, importa analisar além da quantidade de precipitação registada e as variações térmicas, determinados índices numéricos⁽⁶⁾, tais como:

1) Coeficiente hidrotérmico (Ch)

Este coeficiente obtém-se dividindo a precipitação anual média (P)

$$C_h = \frac{P}{T} \dots \dots \dots (1)$$

pela temperatura média anual (T), se o coeficiente hidrotérmico for superior a 40, a região é húmida e, se for inferior é árida, assim:

$$C_h = \frac{P}{T} = \frac{952.3}{22.5} = 42.32$$

No caso do distrito de Xai-Xai, teremos:

$$I_a = \frac{P}{T + 10} \dots \dots \dots (2)$$

Sendo $C_h > 40$, pode-se afirmar que o clima do distrito de Xai-Xai é húmido.

Pode-se utilizar também o índice de aridez de martone (I_a), expresso pela fórmula:

Onde:

P é a precipitação anual média, T temperatura anual média e 10, um valor constante. Se o resultado estiver entre 30-50, o clima está entre o endoreísmo e o exoreísmo, isto é, na transição entre o clima seco e o clima chuvoso.

6- As fórmulas e os respectivos indicadores aplicados neste trabalho, basearam-se fundamentalmente nas obras -Aspectos económicos e sociais da obra de povoamento do vale do Limpopo (Moreira, I.R., 1961) e Monografia agrícola de Massingá (Almeida, Armando A., 1959).

Para o distrito de Xai-Xai, teremos:

$$I_a = \frac{P}{T+10} = \frac{952.3}{22.5+10} = \frac{952.3}{32.5} = 66.5$$

No caso do distrito de Xai-Xai, o clima é endoreico, porque o índice de aridez é inferior a 30.

Coefficiente de Koppen (R), que é nos dado pela soma de (T) com os coeficientes 22 (chuva principalmente no inverno), 33 (chuva distribuída por todo ano) e 44 (chuva principalmente no verão). Se a altura pluviométrica anual em cm for 1/2 de R, o clima é árido, se está compreendido entre metade de R e R, é semi-árido e se for superior, é húmido.

No caso do distrito de Xai-Xai,

$$R = T + P \dots\dots\dots (3)$$

sendo:

$$R = 22,5 + 44 = 66,5$$

No distrito de Xai-Xai, P = 952,3mm = 95,23 cm, sendo R = 66,5

Logo, 95,23 > 66,5; então, se P > R conclui-se que o distrito de Xai-Xai, possui um clima húmido.

Classificação de Koppen para a área de estudo, segundo os índices numéricos calculados.

O distrito de Xai-Xai, enquadra-se no grupo "A" (clima tropical chuvoso), pois a sua temperatura média mensal é superior a 18°C e a precipitação anual é superior a 750 mm.

O distrito, pertence ao subgrupo "w", pois a estação seca coincide com a época fresca.

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima do distrito de xai Xai, é do tipo "Aw" ou seja, clima tropical chuvoso de savana.

Partindo dos índices climáticos de Thornthwaite:

- la- Índice de aridez (já calculado);
- Índice de humidade (vide equação 4);

$$I_{hu} = \frac{\text{Excesso da água}}{\text{evapotranspiração}} = \frac{0}{1284.1} = 0 \dots\dots\dots (4)$$

O índice de humidade é igual a zero pois, na região regista-se um elevado déficit de água ao longo de todo ano.

- Índice hídrico, Equação 5

O índice hídrico, obtém-se pela diferença entre o índice de humidade e produto da multiplicação do coeficiente 0,6, pelo índice de aridez de martone.

Consideram-se climas secos os de índice negativo e húmidos aqueles de índice positivo.

$$I_{hi} = \text{Índice de humidade} - 0,6 * \text{Índice de aridez} = 0 - 0,6 * 29,30 = -17,58 \dots (5)$$

Atendendo ao resultado obtido, pode-se dizer que o distrito de Xai-Xai, é seco.

Índice de eficácia térmica ou variação estacional da humidade do solo, equação 6.

$$C = (157,9 + 130,2 + 89,7) * \frac{100}{1284,1} = \frac{37780}{1284,1} = 29,4\% \dots (6)$$

Exprime-se pela percentagem de evapotranspiração dos três meses de verão mais chuvosos em relação a sua totalidade anual.

▪ Evapotranspiração média anual = 1 284,1 mm

▪ Evapotranspiração dos três meses mais chuvosos de verão:

Dezembro = 157,9 mm; Fevereiro = 130,2 mm; Abril = 89,7 mm = 377,8 mm

$$X = \frac{d * 1000}{365} \dots (7)$$

Para determinar os meses chuvosos e meses secos, foi utilizado outro indicador numérico (coeficiente de Von Hann).

Atendendo este coeficiente, consideram-se meses chuvosos os que o resultado calculado é superior a unidade e meses áridos ou secos, aqueles cujo resultado é inferior a unidade.

Este resultado obtém-se através do seguinte procedimento:

1- Acha-se a pernilagem dos meses em relação a um ano (365 dias).

Onde: d- é o número de dias do mês.

2. Depois acha-se a pernilagem de precipitação de cada mês em relação ao

$$y = \frac{Pm * 1000}{Pa} \dots\dots\dots(8)$$

total da precipitação anual.

onde: Pm-Precipitação mensal
Pa-Precipitação anual

3. Por último divide-se a permilagem da precipitação mensal pela permilagem de cada mês, donde se obtém os coeficientes de Von Hann, ou seja:

$$mes = \frac{Y}{X} \dots\dots\dots(9)$$

A tabela 3, apresenta os resultados dos coeficientes de Von Hann para o distrito de xai- Xai.

2.5- Tabela 3- Valores dos coeficientes de Von Hann para o distrito de Xai-Xai.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Val.	1.2	2.3	1.1	1.3	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	0.8	1	1.3

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados meteorológicos de Xai-Xai

A partir dos resultados da tabela 3, comparados com o gráfico 1 em anexo, pode-se concluir que o distrito de Xai-Xai, tem seis meses chuvosos, que são Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril, sendo os restantes meses secos.

Pode-se concluir que o tipo de clima do distrito de Xai-Xai de acordo com a classificação Thornthwaite, é A'C'da', em que evapotranspiração potencial permite-nos classificar o distrito segundo a eficiência da temperatura, em Megatérmico (A'), e como em todo o distrito, a concentração do verão da eficiência térmica situa-se no grupo mais baixo (a'), o que está de acordo com a alta evapotranspiração.

O distrito tem nulo ou pequeno excesso de água (d), como nos indica

o índice de humidade.

Quanto ao índice hídrico, o distrito, cabe a designação de sub-húmido (C').

2.5.1- TEMPERATURA

No respeitante à área situada em Moçambique, constata-se que os valores médios da temperatura anual são praticamente constantes em quase toda a bacia, situando-se nos 24°C, com excepção da banda noroeste que baixam para 22°C. Na zona litoral e noroeste, as temperaturas médias máximas diárias são da ordem dos 30° a 32°C e na zona central 34°C.

A temperatura média no mês mais quente é de 28°C e a menor temperatura 26°C, oscilando entre 6° a 9°C os valores médios de amplitude de variação anual.

Os valores médios da temperatura no mês mais frio situam-se nos 20°C na área central e 18°C para restante, sendo na zona costeira a média das temperaturas mínimas do mês mais frio 11,4°C (vide tab.4).

Observando o mapa 8 (das linhas isotérmicas), do distrito de Xai-Xai, nota-se que a temperatura aumenta da costa para o interior. A temperatura média anual, segundo este mapa, ao longo da costa, é 22°C, no centro do distrito, 23°C e na fronteira norte e oeste, 24°C. As temperaturas relativamente baixas ao longo da costa prendem-se provavelmente com a influência do Oceano Índico. A tabela nº2, dá-nos uma percepção do aumento da temperatura média anual da costa para o interior, dos postos de Xai-Xai (22,5°C na costa, a uma latitude de 33°38') e Maniquenique (23.5°C, no interior, na longitude de 33°32') e Chokwé (23.6°C, ainda mais para o interior, a 33°00').

2.5.1-TABELA 4 -Temperaturas médias mensais °C

Posto de Xai-Xai, Lat. 25°03' S Long. 33°38' E (23 anos)
 Posto de Chokwé, Lat. 24°32' S Long. 33°00' E (30 anos)
 Posto de Maniquenique, Lat. 24°44' S Long. 33°32' E (22 anos)

Meses	XaiXai Máx Méd	XaiXai Mín Méd	XaiXai Méd	Chokwé Máx Méd	Chokwé Mín Méd	Chokwé Méd	Maniquenique Máx Méd	Maniquenique Mín Méd	Maniquenique Méd
Jan.	31.3	21.2	26.2	33.7	21.0	27.3	33.3	20.6	26.9
Fever.	31.1	21.4	26.2	33.0	21.1	27.0	32.7	20.3	26.5
Março	30.4	20.2	25.3	32.1	19.5	25.8	31.6	19.1	25.4
Abril	29.3	18.0	23.6	30.7	17.6	24.2	30.2	17.6	23.9
Mai	27.2	14.7	20.9	28.8	14.2	21.4	28.1	14.5	21.3
Junho	25.3	12.0	18.6	26.2	11.5	18.8	26.1	12.2	19.2
Julho	25.2	11.4	18.3	26.1	10.9	18.5	25.8	11.2	18.5
Agosto	26.5	13.0	19.8	27.9	12.6	20.2	27.6	12.7	20.1
Set.	28.1	15.1	21.6	30.2	15.3	22.7	30.1	15.6	22.8
Out.	29.4	17.4	23.4	31.8	17.5	24.6	31.3	17.5	24.4
Nov.	30.1	19.0	24.6	32.6	19.3	26.0	32.2	19.5	25.8
Dez.	31.1	20.4	25.8	33.3	20.3	26.8	32.9	20.6	26.7
Ano	28.8	17.0	22.5	30.5	20.3	23.6	30.2	16.8	23.5

Fonte: Kassan, in FAO, 1984.

2.5.2- PLUVIOSIDADE

Os valores mensais e anuais das alturas pluviométricas observadas desde 1967, encontram-se na tabela 5.

O exame desta tabela comparada com o gráfico 1 em anexo e segundo resultados dos coeficientes de Von Hann para o distrito de Xai-Xai (vide tab.3) pode-se concluir que distinguem-se perfeitamente duas estações durante o ano, uma chuvosa, que vai de Outubro a Março e a outra, seca, de Abril a Setembro.

A pluviosidade, no distrito de Xai-Xai, diminui da costa para o interior. Numa observação conjunta dos mapas de isolinhas de temperatura e de

precipitação, facilmente se conclui que a medida que se avança para o interior, o efeito continental começa a manifestar-se por um aumento da temperatura e diminuição da precipitação.

2.5.2- Tabela 5- Alturas pluviométricas

Posto de Xai-Xai, Lat. 25°03' S Long. 33°38' E (23 anos)

Posto de Chokwé, Lat.24°32'S Long.33°00'E (30 anos)

Posto de Maniquenique, Lat. 24°44'S Long.33°32'E (22 anos)

	Xai-Xai	Chokwé	Maniquenique
Janeiro	98.2	109.2	113.8
Fevereiro	175.2	139.7	145.6
Março	91.6	65.8	85.9
Abril	106.7	42.1	69.3
Maio	63.4	20.2	40.4
Junho	55.6	14.8	35.6
Julho	38.3	10.0	28.3
Agosto	33.9	13.4	23.0
Setembro	31.9	17.4	23.5
Outubro	64.8	37.1	43.6
Novembro	85.8	66.4	72.5
Dezembro	107.3	87.0	101.5
Ano	952.3	623.1	783.0

Fonte: Kassan, in FAO, 1984.

2.5.3- HUMIDADE RELATIVA

A humidade atmosférica é a presença do vapor de água na atmosfera. Este é proveniente da evaporação que se processa tanto nas superfícies líquidas como nos vegetais, pela acção de energia solar e dos ventos. Por isso, a humidade varia não só de um lugar para outro como também, no mesmo lugar, em função das horas do dia ou das estações do ano Nakata, H. & Coelho, M.A., (1985:87).

O valor médio de humidade relativa no ano (na bacia do Limpopo), na zona central é de 65%, aumentando para o norte e para sul atingindo o maior valor 75%.

É de salientar a baixa variação de humidade relativa no distrito de Xai-

Xai, ao longo do ano, sempre bastante elevada, com valor mínimo mensal de 65%.

O mapa 9 (das isoigras⁷) do distrito de Xai-Xai), mostra que a humidade diminui da costa para o interior, provavelmente devido a influência do mar.

Comparando as tabelas (4 e 6) de temperatura e de Humidade relativa, nota-se que nos meses mais quentes, de Setembro a Março, a humidade relativa apresenta valores mais baixos, no entanto, nos meses mais frescos, Abril a Setembro, a humidade relativa, apresenta valores mais elevados, pois, de um modo geral, a humidade relativa aumenta na razão inversa da temperatura.

7- Linhas que unem pontos que apresentam os mesmos valores de humidade (Nakata, H & Coelho, M.A., 1985:88).

2.5.3- Tabela 6 -Humidade Relativa no posto de Xai-Xai (%)- (23 anos).

Posto de Xai-Xai, Lat. 25°03' S Long. 33°38' E (23 anos)

Posto de Chokwé, Lat.24°32'S Long.33°00'E (30 anos)

Posto de Maniquenique, Lat. 24°44'S Long.33°32'E (22 anos)

2.5.3- Tabela 6 -Humidade Relativa no posto de Xai-Xai (%)- (23 anos).

	Xai-Xai	Chokwé	Maniquenique
Janeiro	68.0	70.0	71.0
Fevereiro	70.0	73.0	73.0
Março	72.0	74.0	73.0
Abril	74.0	75.0	76.0
Mai	78.0	75.0	78.0
Junho	81.0	75.0	81.0
Julho	80.0	75.0	80.0
Agosto	74.0	74.0	77.0
Setembro	68.0	67.0	71.0
Outubro	65.0	66.0	70.0
Novembro	65.0	67.0	69.0
Dezembro	67.0	65.0	71.0
Ano	71.0	71.0	74.2

Fonte: Kassan in FAO, 1984.

2.5.4- EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A evapotranspiração ao longo do ano apresenta-se elevada nos meses com temperaturas mais elevadas (Setembro até Março), oscilando entre os 109.1 mm e 157.9 mm e relativamente baixa nos restantes meses considerados frescos, onde apresenta valores que oscilam 89 e 46.2mm. Os valores extremos, registam-se nos meses de Dezembro e Junho e são da ordem dos 157.9 mm e 46.2mm respectivamente.

Atendendo que o défict de água, que é definido pela diferença entre a evapotranspiração e a precipitação, o balanço hídrico no distrito de Xai-Xai,

revela-se negativo.

Comparando as tabelas 5,7 e 8, nota-se que as precipitações não são suficientes para satisfazer a evapotranspiração potencial, portanto, num ano médio, não haverá armazenamento de água no solo.

2.5.4- Tabela 7 -Evapotranspiração- ET-Penman (mm)

Posto de Xai-Xai, Lat. 25°03' S Long. 33°38' E

Posto de Chokwé, Lat.24°32'S Long.33°00'E

Posto de Maniquenique, Lat. 24°44'S Long.33°32'E

	Xai-Xai	Chokwé	Maniquenique
Janeiro	154.7	167.5	167.5
Fevereiro	130.2	137.5	135.6
Março	121.4	130.4	122.6
Abril	89.7	98.9	94.5
Maió	64.5	78.2	68.4
Junho	46.2	52.5	48.2
Julho	52.4	59.4	54.6
Agosto	79.0	86.3	76.8
Setembro	109.1	120.8	111.7
Outubro	133.5	154.9	136.1
Novembro	145.6	155.8	150.2
Dezembro	157.9	170.6	164.4
Ano	1284.1	1412.8	1333.5

Fonte: Kassan, in FAO, 1984.

2.5.5- VENTOS

Os ventos predominantes nos meses de Março à Novembro, são do quadrante Sul, em Dezembro, quadrante Este e em Janeiro e Fevereiro, do quadrante Sueste (vide fig 1, em anexo).

No sul do país, o estado do tempo, é condicionado pela posição do anticiclone do Indico, e são frequentes na estação das chuvas, os ventos do sul, com grandes trovoadas, rajadas ciclónicas e baixa rápida de temperatura Boleo, (1966:24).

2.5.5.1- Massas de ar

As massas de ar tropical marítimo instável, segundo Ferreira, (1965:13-14), formam-se na região ocidental sub-tropical do hemisfério sul, e podem considerar-se constituídas por ar tropical marítimo estável modificado por um trajecto extenso sobre o oceano quente (...). Transportadas na circulação do anticiclone do Indico, estas massas de ar afectam a região oriental do continente africano nos meses de Março a Novembro.

2.5.5.2- Superfícies frontais

Na transição das massas de ar polares para as massas de ar tropicais, no hemisfério sul, forma-se uma superfície frontal (frente polar), que na sua migração periódica anual no sentido do equador durante a estação fria no hemisfério sul, atinge a região mais meridional do continente africano, com maior frequência nos meses de Julho a Setembro. A frente polar do hemisfério sul, desloca-se para o nordeste ao longo da costa oriental da África, por vezes acompanhada de frentes secundárias que não ultrapassam, em regra, a latitude de 20°S. Eventualmente, a costa oriental da África meridional é atingida por ciclones tropicais⁸ que se formam na parte Sw do Oceano Indico, entre as latitudes de 5 e 10°S, e mais raramente no canal de Moçambique. Em média há cerca de três ciclones por ano, no máximo cinco, entre Dezembro e Março, com o máximo de frequência em Janeiro-Fevereiro, Ferreira (1965:14).

2.7- HIDROGRAFIA

2.7.1- ÁGUAS SUPERFICIAIS

Os principais cursos de água no distrito de Xai-Xai são os rios Limpopo, Lumane, Ingluxane, Unbapi e Ponela. Existem também numerosos lagos e lagoas. A ainda a acrescentar 67 km da costa banhadas pelo oceano Indico, Inguane, (1994:40).

2.7.2- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea está a ser bem utilizada para o abastecimento a pequenas comunidades rurais, para pequenos e médios aglomerados urbanos mas o número de cidades servidas por água subterrânea é bastante limitado, podendo se referir Pemba, Tete, Xai-Xai, Chokwé, Vaz, (1995:24).

⁸- Ciclone - Tempestade de grande intensidade que se origina nos trópicos sobre os oceanos, Araújo, Luís Paranhos, 1967:53, in dicionário de Geografia.

2.8- VEGETAÇÃO

As formações vegetais de Moçambique apresentam como é natural, aspectos diferentes, quer na fisionomia, quer na composição botânica, quer ainda na distribuição. As diferenças de latitude, de constituição geológica, unidades de solos e os tipos climáticos, são as causas principais do elevado número de formas da floresta natural, Sousa (1966:40).

A vegetação do distrito de Xai-Xai, está bastante relacionada com os tipos de solos, clima e intervenção humana. Assim, nas dunas costeiras, predomina a floresta aberta, na planície arenosa, a savana ou floresta mediana aberta e nas terras de aluviões, a floresta galeria ou floresta fechada(ver mapa 7).

Segundo Sousa (1966:41-60), sob a designação de floresta aberta contam-se não só as florestas propriamente ditas, de carácter decíduo, mas também o parque, a mata, a brenha, o matagal e, de um modo geral a savana e outras formas inferiores de comunidades vegetais.

O porte das essências "floresta aberta" não excede em geral 20 metros, sendo o mais comum de 15 a 18 metros. As copas das árvores tocam-se apenas, ou mantêm-se levemente afastadas umas das outras, raro se sobrepondo na periferia. A superfície foliar, quase sempre reduzida, permite a entrada da luz solar.

A caducidade da folha das espécies da floresta aberta dá-se de preferência no período de estiagem. A floração desenvolve-se sobretudo no princípio da estação pluviosa. A folheação produz-se frequentemente a par da floração e a frutificação produz-se em muitos casos na estação seca.

As galerias florestais, formações edáficas ribeirinhas, circunscritas ao solo húmido das margens dos cursos de água permanente, são compostas de árvores com alto ou mediano porte, em geral denso e estrato herbáceo quase sempre reduzido.

Os mangais constituem formações arbóreas ou arbustivas, sempre-verde, de folha carícea- ocupam as margens dos estuários de águas salgadas e de certas reentrâncias da costa de águas tranquilas. O limite do mangal é a linha das maiores marés vivas.

A montante dos mangais, mas fazendo ainda parte deste tipo de formação florestal, entra-se numa zona de transição entre o mangal e a galeria florestal de água doce, correspondendo a um fraco grau de salinidade de água, em margens alagadiças, conforme as marés.

As margens do rio Limpopo suportam uma vegetação impressionante de mangal Saket & Matusse in UNEP (1998:36) em 1990 havia 387 ha de mangais na província de Gaza, a maior dos quais podia-se atribuir a foz rio do Limpopo. As manchas do mangal estendem-se ao longo das margens do rio por mais de 30 km para a montante.

2.9- POPULAÇÃO

De acordo com o recenseamento geral da população de 1997, foram registados no distrito 165 596 habitantes.

Segundo ACNUR & PNUD (1997:4-6), a densidade populacional do distrito de Xai-Xai, pode se considerar relativamente a mais elevada.

Dentre as causas que concorrem para uma elevada densidade populacional, no distrito de Xai-Xai, são de citar, os seguintes:

-A presença da cidade de Xai-Xai, capital provincial com alto grau de concentração de infra-estruturas sócio-económicas, que originam uma forte imigração a partir dos distritos circunvizinhos. Ao mesmo tempo constituiu aspecto importante para esta evolução a condição da navegabilidade do rio, bem como o facto desta zona corresponder a um dos principais pontos de convergência regional para o acesso a Maputo. Construção da estrada nacional nº1 que atravessa a cidade como eixo de convergência das populações e mercadorias para outras províncias (SPPF, 1998:32).

-As cheias de 1977;

-A guerra recém terminada.

2.9.1- DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA POPULAÇÃO

O exame da tabela 9, mostra que o posto administrativo de Chicumbane apresenta uma maior população absoluta e o de Zongoene, menor população absoluta.

Tabela 9- Distribuição geográfica da população de Xai Xai por postos administrativos em 1997.

Postos Administrativos	Habitantes
Chicumbane	70 553
Chongoene	70 207
Zongoene	24 836
Distrito de Xai Xai	165 596
Província de Gaza	1 062 380

Fonte: INE, 1999

2.9.2- EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

O recenseamento da população de 1970, indicava a população do distrito de cerca de 124 265 habitantes, o de 1980, indicava que o distrito de Xai-Xai possuía cerca de 123 207 habitantes. O recenseamento de 1997,

apurou que no distrito existiam cerca de 165 596 habitantes. Da análise dos dados dos três anos censitários, concluiu-se que a densidade populacional, de um modo geral, mostra uma tendência de subida, embora com uma ligeira oscilação nos postos administrativos de Chicumbane e Chongoene (vide tab. 10 e gráfico 2 em anexo).

O aumento populacional, poderá num futuro breve provocar problemas no que concerne ao consumo de água.

O distrito de Xai-Xai, é o mais densamente povoado, a nível da província de Gaza SPPF (1998:14).

Tabela 10- Evolução da população por postos administrativos

Posto administrativo	1991	1993	1997
Chongoene	44 602	46 951	70 207
Chicumbane	75 623	80 659	70 553
Zongoene	31 763	33 436	24 836
Total	151 988	161 046	165 596

Fonte: INE, 1999

2.9.3- SISTEMAS DE AGLOMERADOS

Segundo SPPF-Gaza (1998:18), existem três tipos de aglomerados:

- As aldeias resultantes das cheias de 1977, constituem uma forma de organização espacial da população em agrupamentos no meio rural, resultantes das cheias que se verificaram em 1977. Respondem os mesmos interesses e necessidades a defender;
- As povoações comerciais, que constituem centros de comércio e ocasionalmente, centros administrativos, com uma relativa elevada densidade populacional;
- A cidade de Xai-Xai, que constitui uma estrutura urbana e ao mesmo tempo é a capital da província de Gaza.

2.10- AGRICULTURA E CRIAÇÃO DE GADO

2.10.1- AGRICULTURA

O distrito de Xai-Xai, possui um grande potencial para a prática agrícola e pecuária. Existem boas condições para o desenvolvimento da actividade agrícola numa área estimada em cerca de 15 000 ha, com potencial de regadio em todo vale do rio SPPF-Gaza (1998:14).

A densidade populacional relativamente elevada no distrito de Xai-Xai,

tem sido motor de alguns conflitos sobre o direito à terra (⁹), estando na sua origem a deficiente delimitação de terras. O acesso à terra é mediado pelas estruturas tradicionais e oficiais.

As famílias, recorrem muito pouco a investimentos agrícolas dispendiosos. Os processos utilizados pela população para melhorar a fertilidade da terra são a rotação de culturas, o pousio e, alguns casos, o uso de adubos orgânicos.

As principais culturas alimentares para o sector familiar são a mandioca, o milho, o feijão e o amendoim. As principais culturas de rendimento são a castanha de caju e o arroz.

A produção de culturas depende, em larga escala, do trabalho dos membros do agregado familiar.

Os principais constrangimentos à produção de culturas alimentares, são as pragas, as cheias, as secas, a má qualidade da terra e a falta de sementes e de pesticidas.

2.10.2- PECUÁRIA

A pecuária é uma actividade desenvolvida localmente com vista a alimentação e a comercialização.

Existe um forte potencial de exploração pecuária em toda a região sul do distrito, que se estende até Zongoene, no entanto, sofreu quebras significativas no seu desenvolvimento durante a última guerra.

Principais tipos de gado

Os animais domésticos mais frequentemente criados pelas famílias são galinhas, patos, porcos, cabritos, ovelhas e bois.

Os principais tipos de pastos são os mistos e doces.

Não se verifica pressão sobre os terrenos, devido a quebras significativas sofridas no seu desenvolvimento durante a última guerra, que reduziu muito os efectivos pecuários.

⁹- ACNUR, PNUD, 1997:4-6

Tabela 11- Evolução dos efectivos dos principais tipos de gado, nos anos 1994, 1995 e 1996.

Ano	Sector	Bovinos	Ovinos	Suínos	Caprinos
1994	Familiar	11 179	310	250	613
"	Estatal	544			
"	Privado	2 991	115	60	309
"	Total	14 732	425	310	922
1995	Familiar	12 039	234	194	834
"	Estatal	409			
"	Privado	3 090	372	388	1 061
"	Total	15 615	606	582	1 895
1996	Familiar	17 594			
"	Estatal				
"	Privado	3 653			
"	Total	21 247			

Fonte: Direcção provincial de pecuária, in SPPF-Gaza, 1998:22.

O exame da tabela 11 mostra que os efectivos pecuários, para o sector familiar, nos três anos escolhidos, tendem a aumentar de ano para ano numa maneira bastante acentuada. O sector privado, para o mesmo período, também mostra uma tendência de subida mas, a um ritmo retardado.

No que concerne ao sector estatal, a evolução dos efectivos dos principais tipos de gado, mostrou uma tendência de redução até a um total desaparecimento.

2.11- PESCA

Xai-Xai, sendo um distrito costeiro, e possuindo vários cursos de água e lagoas, o peixe é também parte integrante da dieta das famílias.

Em termos de pesca SPPF-Gaza (1998:20), o distrito possui grandes possibilidades neste campo, com a presença de seguintes factores:

- Rios Lumane e Limpopo e lagos Pave, Sicative, Nhapevane, Inhamissa e o Oceano Índico.

Em geral existem pescadores individuais de subsistência.

Em termos de colectividade, há a salientar a única cooperativa de

pesca localizada na aldeia comunal 24 de Julho (Zongoene), com um total de 30 membros. Esta realiza uma produção de 37 toneladas de peixe/ano, dentre anchovetas, carapau e outras espécies e 4,5 toneladas de camarão/ano.

A produção, além de subsistência, visa abastecer a indústria turística local e de cidade Maputo. No alto mar existem espécies tais como salmonete, atum e peixe pedra, oferecendo grandes possibilidades para o desenvolvimento da pesca industrial e semi-industrial⁽¹⁰⁾.

2.12- TURISMO

O distrito de Xai-Xai, faz parte da região sul do rio Save, com uma enorme aptidão turística, que integra a cidade de Xai-Xai e que se estende desde a Ponta do Ouro até a província de Inhambane, de acordo com a proposta do Plano Director de Turismo SPPF-Gaza (1998:14).

A invasão de turistas, nacionais e estrangeiros (sobretudo sul africanos), revela as fortes potencialidades do desenvolvimento desta actividade económica que o distrito de Xai-Xai oferece. Constituem grandes atractivos turísticos do distrito, as praias e as dunas⁽¹¹⁾.

Para acomodar os turistas, existem complexos turísticos como o Helley e o parque de campismo.

10- Entrevista realizada a ..6/99, com o sr. Bila, Administrador distrital de Chicumbane.

11- lb.

CAPÍTULO III- BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LIMPOPO

3.1- BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LIMPOPO

O rio Limpopo Moreira (1961:34), que necessita de percorrer 1 300 Km para atingir a foz situada próximo a cidade de Xai-Xai, separa o Transval, do Zimbabwe e do Botswana e atravessa a fronteira de Moçambique em Pafúri, depois percorre o nosso território na extensão de 415 Km sensivelmente no sentido NW-SE. Mas dos 415 000 Km² da sua bacia hidrográfica apenas cerca de 19% se situa em território moçambicano.

Segundo Mertens (1970) e Sogreah-hidrogest (1993:A9-3.26), a bacia de recepção do rio Limpopo (), tem a sua maior parte nos territórios da África do Sul, Zimbabwe e Botswana, repartindo a sua área de 412 000 Km² do seguinte modo:

- África do Sul.....193 500 Km²;
- Zimbabwe.....66 000 Km²;
- Botswana.....73 000 Km²;
- Moçambique.....79 000 Km².

De forma arredondada, a bacia hidrográfica situa-se entre os paralelos 22° e 26°Sul e os meridianos 26°e 35°Este, em território nacional enquadra-se entre os paralelos 21° e 26° Sul e entre os meridianos 31° e 35°Este. A bacia confina a norte com a bacia do Save, a Sul com bacia do Incomáti e Este com o rio Govuro e a faixa costeira, onde se encontram numerosas bacias fechadas, em que as águas correntes se acumulam em lagos.

O rio Limpopo, é dos mais importantes de Moçambique e do Sul da África, só possui a parte baixa de drenagem, que inclui mais de metade de Transval uma parte considerável do Zimbabwe.

O caudal do rio Limpopo é extremamente variável, pois em estiagem apresenta-o reduzido e no tempo pluvioso atinge algumas alturas da ordem dos sete metros, que alagam grandes extensões de terreno dos seus cursos médio e inferior.

O rio Limpopo quando entra em Moçambique, tem já um leito definido, recebendo três grandes afluentes: na margem direita, o rio dos Elefantes e na margem esquerda, o Nuanetzi e o Changane. É a estes afluentes que deve o seu caudal permanente para a jusante das suas confluências. O seu principal alimentador é o rio dos Elefantes, curso de águas que atravessa uma região de pluviosidade elevada, tendo a sua bacia hidrográfica uma constituição geológica bastante impermeável.

O curso de água que toma o nome de Limpopo, é formado pela junção dos rios Marico e Crocodilos que têm as suas nascentes a altitude de 1500 m , a Oeste da cidade de Pretória.

Os seus afluentes da margem direita são todos com as suas nascentes no Transval, de montante a jusante os seguintes:

-Rio Matablas, Pongola, Palala, Sand, Pafúri (conflui junto do Pafúri); Já em território nacional, o rio dos Elefantes, o maior e mais importante que

conflui dentro de Moçambique, depois de percorrer 110 Km. Na sua margem esquerda, o Limpopo recebe grandes cursos de água todos com nascentes no Zimbabwe, sendo os principais:

- Rio Ntwani, Macloutsie, Tuli, Undzingwane, Buby, Nuanetzi (que corre já 50 Km em Moçambique e o rio Changane.

A bacia do rio Limpopo⁽¹²⁾, em território nacional, pode dividir-se em três partes, que são:

- Alto Limpopo, que vai de Pafúri até Mabalane (confluência com o rio dos elefantes);
- Médio Limpopo, da confluência até Chibuto;
- Baixo Limpopo, percurso que vai de Chibuto até a foz.

Na estação seca, que se estende de Abril até Outubro, o rio Limpopo regista caudais mínimos devido as condições climáticas, agravadas pelas obras feitas para o armazenamento de milhões de metros cúbicos de água, nos países vizinhos situados a montante no rio Limpopo. Assim, o alto Limpopo, por vezes seca, o médio Limpopo, apresenta um escoamento bastante reduzido, enquanto o baixo Limpopo, apresenta sempre um escoamento, sobretudo devido a influência das marés.

3.1.1- ABASTECIMENTO E USO DA ÁGUA

A água é um recurso natural que o homem utiliza em seu benefício para vários fins.

No distrito de Xai-Xai, no que concerne ao abastecimento da água, de uma maneira geral, pode-se se dizer que há problemas bastante sérios.

O distrito possui sistemas canalizados para o abastecimento de água apenas para os centros urbanos, como cidade de Xai-Xai. O restante das populações do distrito abastece-se de água proveniente dos furos e poços. Os furos são poucos profundos e na estação seca, apresentam-se sem água e as populações são obrigadas a percorrer grandes distâncias a fim de conseguirem cerca de 20 a 25 litros de água chegando a perder cerca de hora e meia no percurso de ida e volta aos poços, contando com o tempo de espera para proliferação da água.

As populações usam a água para abastecimento doméstico, irrigação dos campos, navegação, pecuária e pesca.

A facilidade de acesso a água, no distrito de xai-xai, varia desde os centros urbanos até as comunidades rurais. As populações residentes nos centros urbanos, abastecem-se de água canalizada, no entanto, as comunidades rurais, recorrem a água do rio e dos poços e furos. Embora os furos e poços, para as populações, reduzam relativamente a distância e o tempo em relação aos rios, na aquisição da água para o consumo diário, eles não chegam a satisfazer as suas necessidades (fonte: trabalho de campo, .../6/1999).

12- Entrevista tida com sr Bernardo e ..., funcionários da ARA-Sul/Gaza, no dia 03/06/99.

3.2- ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.2.1- PADRÃO DE CHEIAS

A estação de Xai-Xai (E38) no rio Limpopo, fica localizado na ponte sobre a Estrada Nacional nº1 em Xai-Xai. É uma estação que sofre influência das marés, porém foi escolhida para servir na avaliação de caudais das cheias⁽¹³⁾.

Para Kranendonk (1996:81-125)⁽¹⁴⁾, todo o vale do Limpopo, está sujeito as cheias cíclicas e por vezes catastróficas, especialmente quando a conexão das duas partes máximas dos rios Limpopo e Elefantes coincidem.

A ocorrência do fenómeno de cheia no rio Limpopo e nos seus afluentes em território moçambicano, é o mais frequente no período entre Dezembro e Março.

Para Kazanov & Quemisse (1992:1), tem sido normal a ocorrência periódica de cheias com um período de retorno de seis a sete anos, podendo este se transformar em períodos de dois a três anos. A maior última cheia, registou-se em 1988, depois de alguns anos de seca no período compreendido entre esta e a anterior (em 1981). Neste momento, verifica-se que os últimos cinco anos após a cheia de 1988, foram extremamente secos.

Tabela 12- Estações com registos regulares das cheias

Estação (E) nº	Nome	Área hidro- gráfica (Km2)	Período de registo	Cota zero de escala (m)
E-31	Pafúri	235 930	1952-1975	188,01
E-33	Combomuni	257 200	1965-1995	74,35
E-35	Chokué	342 000	1950-1995	21,07
E-36	Sicacate	406 210	1966-1995	-0,96
E-38	Xai-Xai	407 970	1950-1995	-1,17

Fonte: Kranendonk, L., in Zanting, H.A., 1996.

No que diz respeito ao rio principal, existem várias estações (vide tabela 12), onde desde os anos cinquenta se registam as alturas hidrométricas das passagens das cheias.

A tabela 13, dá um historial das alturas hidrométricas (alturas relativas) das cheias mais importantes registadas nas estações seleccionadas, incluindo os meses de acontecimento. A tabela 14, dá uma

13- in DNA, 1996:74

14- in Zanting, H.A., 1996, Monografia hidrográfica da bacia do rio Limpopo-

indicação dos respectivos caudais incluindo os caudais máximos registados no rio dos Elefantes. A omissão das alturas hidrométricas das cheias do rio dos Elefantes na tabela nº13, deveu-se ao facto destes registos terem sido feitos até 1975.

Tabela 13- Níveis máximos durante as cheias do rio Limpopo

Ano	Mês	Pafúri E31 metros	Combomu ni E33 metros	Chokwé E35 metros	Sicacate E36 metros	Xai Xai E38 metros
1958	01	7.70	----	7.88	9.00	4.57
1966	02	8.99	8.15	7.20	10.84	4.35
1967	01-02	7.90	7.48	7.42	10.57	4.89
1971	01	7.69	7.33	6.60	10.99	4.21
1972	01-02	10.14	10.04	8.10	10.99	5.25
1975	02	7.85	9.28	8.09	11.09	5.52
1976	02-03	----	5.76	6.00	9.81	3.90
1977	02-03	8.72	10.35	8.47	11.40	6.07
1978	01-02	----	7.88	7.18	10.66	5.52
1981	02	----	8.28	7.63	10.92	5.21
1985	01-02	----	7.58	5.48	9.20	3.61
1988	02-03	----	7.80	6.60	10.39	4.32

Fonte: Kranendonk, L., in Zanting, H.A., 1996.

Tabela 14- Caudais máximos durante as cheias do rio Limpopo

Ano	Mês	Pafúri E31 (m3/s)	Combo mun E33 (m3/s)	RioElefa ntes E39/e11 7 (m3/s)	Chokwe E35 (m3/s)	Sicacate E33 (m3/s)	Xai Xai E38 (m3/s)
1958	01	3630	----	----	4870	1470	2270
1966	02	7710	3910	3610	3890	4200	2020
1967	01-02	4130	2880	2440	4190	3650	2670
1971	01	3610	2700	----	3130	2930	1860
1972	01-02	3530	7900	2560	5210	4530	3150
1975	02	4000	6080	----	5190	4760	3520
1976	02-03	----	1130	2730	2450	2410	1540
1977	02-03	6670	8740	----	5810	5530	4350
1978	01-02		3480	1270	1860	3830	3520
1981	02		4130	2440	4490	4380	3090
1985	01-02		3040	1290	1940	1670	1260
1988	02-03		3360	1200	3130	3320	1980

Fonte: Leonard Kranendonk, L., in Zanting, H.A., 1996.

A capacidade do leito do rio Limpopo depois da confluência com o rio dos Elefantes é na ordem de 1 500 m³/s. Isto quer dizer que, em geral, com enchentes inferiores a 1 500 m³/s não se verifica inundações de grande envergadura. A tabela .15, apresenta os dados existentes de alturas hidrométricas e uma indicação dos caudais correspondentes das estações principais da cheia para o período (1953-1995). A partir desta tabela, nota-se que foram observadas 18 cheias acima de 1500 m³/s (Chokwe-E35) em 32 anos com observações.

Foram seleccionadas 4 cheias extremas dos anos 1967, 1972, 1977 e 1981, das quais foi possível traçar hidrogramas de alturas e caudais de cheias (vide figuras 2,3,4 e 5).

Há que assinalar que embora na parte alta (em território nacional) do rio Limpopo observa-se cheias com alturas e caudais excepcionais (1972-1977), pelo processo do assento da onda de cheia na sua propagação para

o oceano e o amortecimento pelas inundações extensas, já não se verificam picos de cheias extremas nas partes médias e baixas (a partir de Chokwe).

Atendendo que a capacidade do leito do rio Limpopo depois da confluência com o rio dos Elefantes é na ordem de 1 500 m³/s e que depois deste valor, registam-se cheias dignas de menção. Observando a tabela 15 em anexo (alturas e caudais máximos do rio Limpopo), no período que vai de 1965/66 até 1995, registaram-se 12 (doze) cheias, das quais, a maior, em 1976/77. Na estação de Xai Xai, foram atingidos 6,07m e 4 350 m³/s. Em todo curso do rio Limpopo, no mesmo ano, a estação de Combomuni E33, atingiu 10 metros de altura e 8 740 m³/s (caudal recorde até então) e a estação de Sicate, 11,4 metros (altura hidrométrica recorde) e 5 530 m³/s (vide tabela 15).

As maiores cheias registadas desde 1967 até 1996, no baixo Limpopo, contam-se no total de 12 (doze). Segundo a ordem crescente, registaram-se nos seguintes anos:

- 1984/85; 68/69; 73/74; 70/71; 87/88; 65/66; 66/67; 80/81; 71/72; 77/78; 74/75; 76/77.

Assim, pode-se afirmar que a década 70, com um total de seis (6) cheias, foi a que maior número registou:

-Nesta década, a cheia de 1975 segundo Kazanov & Quemisse (1992:1), o caudal máximo, alcançado em Combomuni, foi de 6 084 m³/s e altura máxima de 9, 28 m;

-Em Chokwé, o caudal máximo foi de 5 174 m³/s e a altura máxima, 8,09 m;

-Foi inundada uma parte da cidade de Xai-Xai, sendo a altura de 5,52 metros;

-A área total inundada, foi de 118 000 ha, incluindo 62 000 ha defendidos pelo dique (que foi destruído pela força da água em alguns pontos);

-Foi destruída a linha férrea do corredor do Limpopo, numa extensão de três km;

-Foram destruídos 20 km de estradas e pontes.

A cheia de 1977 (ib, 1992:2), O caudal máximo alcançado em Combomuni foi de 8 715 m³/s e a altura máxima de 10,35 m;

-Em Chokwé, o caudal máximo foi de 5 822 m³/s e a altura, 8,17 m;

-Enquanto que em Xai Xai, a água alcançou uma altura de 6,00 m;

-Esta cheia afectou cerca de 88 000 pessoas.

-No que diz respeito ao gado, registou-se a morte e desaparecimento de mais de 4 000 cabeças;

-Foram inundados 60 000 ha de áreas de cultivo entre as quais, 15 000 ha de arroz como resultado da destruição de dique na região do Lionde;

-Foram destruídas estradas e pontes, além de 10 km de linhas de comunicação;

-O movimento ferroviário, foi paralisado num período de 16 dias;

-Dados estimativos de prejuízos totais, foram de 60 000 000 U\$D.

-A década 60 registou três (3) cheias.

A década 80, registou três (3) cheias dignas de menção (vide tab.14):

-O caudal máximo alcançado em Combomuni, em 1981, foi de 4 133 m³/s e a altura máxima de 8,28 m;

-Graças a pronta acção do SAC (sistemas de aviso de cheias), foram minimizados os efeitos da cheia, realizando-se a deslocação antecipada das populações e dos reforços dos diques de defesa nas zonas de Xai Xai e Chokwé;

-Apesar disso, foram destruídas estradas num total de 13 km;

-A área total inundada foi de 102 000 ha, incluindo 23 000 ha de sector familiar;

-Dados estimativos de prejuízos totais, foram de 4 000 000 U\$D.

A década 90, não registou cheias dignas de menção, no período em estudo.

Uma observação atenta da tabela 15 (Alturas e caudais anuais no rio Limpopo) para as estações E31, E33, E35, E36 e E38, no que concerne as alturas e caudais máximos, ao longo do rio Limpopo, nota-se que os valores registados, mostram uma tendência decrescente de montante a jusante, dentro do território nacional, exceptuando a estação 36, onde se regista uma ligeira subida daqueles valores.

A tendência decrescente da montante a jusante, das alturas e caudais máximos anuais no rio Limpopo, deve-se provavelmente a estrutura geológica, ao carácter permeável dos tipos de solos ao longo da bacia do rio Limpopo e a morfologia dos terrenos (predominantemente de planície) em toda zona do baixo Limpopo.

Várias medições de caudais efectuadas pelos serviços hidráulicos, em altas águas na barragem de Trigo de Morais (Chokwé), na ponte de Sicacate e viaduto entre Xai-Xai e Chicumbane, mostram claramente que existe uma grande redução das pontas para a jusante devido ao facto de armazenamento do vale, dada a grande extensão de planícies inundadas nos níveis mais elevados, e a própria capacidade de armazenamento do leito normal e das baixas marginais nos níveis em que as águas são razoavelmente contidas entre as margens, Kazanov & Quemisse (1992).

Observando a tabela 15 pode-se concluir que os maiores picos registam-se à montante e os menores, à jusante (E38). Nos hidrogramas (das figuras 2,3,4 e 5), nota-se que as cheias, nas estações de registo à montante, observam-se cheias em Janeiro e por vezes princípios de Fevereiro, quando à jusante (E38), em Fevereiro, portanto um mês depois.

Daqui pode se depreender que a queda pluviométrica em território nacional, tem uma influência negligenciável para provocar cheias, atendendo a redução dos picos máximos de montante à jusante e ao grande volume das cheias. Assim sendo, pode se afirmar que as cheias registadas em território moçambicano, são provocadas pelas fortes precipitações registadas em países vizinhos de Moçambique.

3.2.2- DIQUES DE DEFESA SOBRE O RIO LIMPOPO

O trabalho de drenagem e defesa contra cheias representa um valioso beneficiamento, mesmo se limitado a infra-estruturas não muito desenvolvidas, por evitarem, por um lado, a periódica destruição das culturas da época de chuvas e, por outro por criarem melhores condições ao desenvolvimento das culturas da época de seca e, finalmente, por aumentarem as áreas de criação de gado, Ataíde (1976:46).

A construção de diques de defesa sobre as cheias do rio Limpopo, segundo Kazanov & Quemisse (1992:3-5), nas margens esquerda e direita, decorreu entre os anos 50 e 60, verificando-se assim que passaram mais de 30 anos após a sua construção sem que haja trabalhos de reabilitação.

Os diques em causa, actualmente estão numa fase avançada de degradação, o que implica a sua incapacidade em defender as cidades de Xai-Xai (margem esquerda) e Chokwé (margem direita), em caso de cheias bastante acentuadas.

O dique da margem esquerda tem uma extensão de 75 km. Compreende o troço entre o lago Chiozore até próximo da foz, no distrito de Xai-Xai, com cerca de 55 km e de Xai-Xai a Chilaulene, com cerca de 20 km, denota fortes erosões e destruição da sua estrutura, pondo em causa a sua função e deixando a cidade de Xai-Xai e cerca de 28 000 ha de terra irrigável a mercê das águas do Limpopo.

Note-se que com a situação de guerra que assolou o País e a procura de terrenos para a construção nas zonas circunvizinhas da cidade, nos últimos anos maior parte da população campesina aproximou-se de Xai-Xai, assenhoreando-se das zonas baixas desta, que constituem os pontos mais sensíveis em termos de inundações.

A mesma situação observa-se em Chokwé, com aglomerados de deslocados a habitarem em locais impróprios.

O dique da margem direita, protege a cidade de Chokwé e mais de 27 000 ha de terra contra os efeitos das cheias do Limpopo, tem um comprimento de 90 km. Tal como o primeiro, enfrenta graves problemas de falta de manutenção, o que origina destruições sucessivas da sua estrutura.

Além das medidas estruturais, para defesa e regularização dos caudais do rio Limpopo (p.ex: construção de diques e barragens), nota-se que tomaram-se em conta medidas não estruturais como zoneamento dos vales inundáveis que definem zonas destinadas a certas finalidades, tais como, agro-pecuária, habitação. Também merece destaque por reflorestamento das áreas declivosas, que separam as áreas mais baixas reservadas a agro-pecuária com as residenciais situadas num plano relativamente mais elevado, a fim de se evitar o fenómeno da erosão, percas constantes e terrenos residênciais e vítimas humanas.

3.2.3- PADRÃO DE SECAS/ESTIAGEM

No período seco, que se estende de Abril até Outubro, o rio Limpopo regista caudais mínimos devido a condições climatéricas, agravadas pelas obras feitas para o armazenamento de milhões de metros cúbicos de água, nos países vizinhos situados a montante no rio Limpopo.

"Chegados a Outubro de 1950 ao Limpopo voltamos a novas medições de caudal, os quais deram o valor médio de 3,62 m³/s, no mesmo local, onde em 1924 se registaram os 26,7 m³/s, para o caudal no período seco" Trigo de Morais, citado por Moreira, I., 1961:35, devido as obras feitas na União da África do Sul.

As preocupações relativas a redução do caudal do rio Limpopo, datam desde os tempos bastante recuados, e ainda hoje prevalecem.

Por outro lado, a redução do caudal provoca uma mudança no sentido da corrente freática, o que origina a contaminação dos solos pela água salgada do mar e a conseqüente salinização das águas superficiais e subterrâneas.

Foram registados caudais mínimos mensais, na estação de Combomuni, nos anos hidrológicos 67/68; 68/69; 70/71; 72/73 e os anos hidrológicos que vão de 82 a 94, com caudais mensais mínimos iguais a zero.

3.2.4- PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIAS DO CAUDAL DE CHEIAS

A partir dos dados de escoamentos registados nas 5 estações, no período de 1966 a 1988 (vide tab.15), foram calculados probabilidades de ocorrências de caudais de cheias⁽¹⁵⁾.

$$Tr = \frac{1}{P} \dots \dots \dots (10)$$

Onde:

Tr- é Tempo de retorno (intervalo médio de anos dentro do qual ocorre uma dada cheia de magnitude Q);

P- Probabilidade desse evento ocorrer num ano qualquer.

Como em geral não se pode conhecer a probabilidade teórica (P), faz-se a estimativa a partir da frequência (F) de vazões de enchentes observadas que é nos dado pela equação 9 F (Frequência)

15- As fórmulas usadas para estes cálculos, foram retiradas da obra de Pinto, Nelson L. de Sousa, et al, 1976:126-135.

$$F = \frac{M}{N+1} \dots\dots\dots(11)$$

Onde:

-Tomando N anos de observação de um determinado rio e seleccionando a maior vazão em cada ano, obtém-se o que se chama série anual de valores. Ordenando-os em ordem decrescente com um número de ordem M que varia de 1 a N, pode-se calcular a frequência com que o valor (Q) de ordem M é igualado.

Quando N é muito grande, o valor de F é bastante próximo do valor de P.

A probabilidade de uma cheia ocorrer é o inverso do tempo de retorno.

$$P = \frac{1}{Tr} \dots\dots\dots(12)$$

e a de não ocorrer é

$$p = 1 - P \dots\dots\dots(13)$$

Então:

$$Jn = 1^n - p \dots\dots\dots(14)$$

Onde : Jn é a probabilidade de ocorrer pelo menos uma cheia que se igual (ou exceda) aquela do período de recorrência Tr, num intervalo de n anos quaisquer.

Assim sendo:

$$F = 0,3871; \quad Tr = 2,58; \quad P = 0,39; \quad p = 0,61$$

Tab. 17 Probabilidade de ocorrência de cheias

n	Jn (%)
5	91,6
10	98,6
15	99,94
20	99,99

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo os resultados obtidos na tabela 17, é de assinalar que a probabilidade de ocorrência de cheias, no rio Limpopo, para n anos (5, 10, 15 e 20 anos), varia de 91,6 a 99,99%. Isto mostra que a probabilidade de ocorrência de cheias num período de 20 anos é maior.

3.2.5- QUALIDADE DA ÁGUA

Para Custódio & LLamas (1976:1884), todo o estudo de recursos hídricos, deve incluir o importante capítulo que trata das características da água com vista a sua utilização. A qualidade da água é definida pela composição de efeitos que podem causar a cada um dos elementos nessa água, permitindo estabelecer as possibilidades da sua utilização, classificando-a assim de acordo com os limites estabelecidos, seu destino para bebida, usos agrícolas, industriais, etc. De um modo geral, denomina-se água potável a água que pode ser bebida/consumida pelo homem sem perigo nenhum para a sua saúde, tendo-se em conta as distintas características da água (físicas, químicas, bacteriológicas, etc.), definindo critérios para cada uma delas.

Em Moçambique, não existem normas próprias para a qualidade de água, apenas se recorre as normas de qualidade estabelecidas por organizações internacionais (vide tabelas 20 e 21) ou mesmo a compilação de estratos de normas internacionais de acordo com a realidade local, muitas das vezes adoptados as normas Sul Africanas¹⁶.

A bacia do Limpopo, por ser internacional, e ao longo da qual se desenvolveram múltiplas actividades, desde agrícolas, agro-industriais e outras, sendo a zona do baixo Limpopo uma área com tendências a um grande desenvolvimento de actividades agro-pecuárias, torna-se necessário analisar os parâmetros que até certo ponto podem prejudicar a qualidade da água para o consumo doméstico e agro-industrial.

Na descrição dos parâmetros da água, devido a sua influência nos rendimentos agrícolas, tomou-se em consideração, os seguintes parâmetros:

- Parâmetros físicos (condutibilidade eléctrica, temperatura e turvação)
- Parâmetros químicos (fosfato-PO₄, nitrato-NO₃, amónia-NH₄);
- Parâmetros orgânicos (matéria orgânica, oxigénio dissolvido e demanda química de oxigénio)
- Parâmetros inorgânicos (cloreto e razão de absorção de sódio- RAS).

16- Conversa telefónica com a engenheira Florinda da DNA, /05/1999.

A escolha destes parâmetros, deveu-se aos objectivos deste trabalho no que concerne aos problemas de manejo e gestão da água da bacia.

Foram analisados os valores médios anuais dos parâmetros seleccionados, nos últimos 30 anos, nas seguintes estações:

-Estação de Pafúri (E31); Estação de Combomuni (E33); Estação de Chokwé (E35); Estação de Sicacate (E36) e Estação de xai-Xai (E38).

3.2.5.1. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS

Para Nambora, in Zanting (1996:103-124) Limpopo, tratando-se de uma bacia onde a actividade agrícola tem elevado relevo e havendo perspectivas para um grande desenvolvimento de irrigação, os parâmetros considerados neste estudo são os que indicam o tipo de água em uso como sendo boa ou não aplicada na rega de culturas:

(a) Parâmetros físicos

◆ Condutibilidade Eléctrica (CE)

A condutibilidade eléctrica é a capacidade da água transmitir a corrente eléctrica, é mais alta quanto mais elevado for o teor de salinidade da água e ela varia na razão directa da temperatura. Um aumento de 1°C de temperatura de solução, corresponde a um acréscimo de 2% na condutividade. Ela exprime a concentração de iões e aniões resultantes da dissociação dos sais na água.

◆ Temperatura

A temperatura influi nos processos biológicos, reacções químicas e bioquímicas, processos como solubilidade dos gases dissolvidos que ocorrem na água. Quando a solubilidade dos gases decresce, a dos sais minerais aumenta, assim como a temperatura da água.

◆ Turvação

A turvação causa alteração da penetração da luz provocada pelo lodo, argila, matéria orgânica, plancton e organismos microscópicos em suspensão, resultando em difusão e absorção da luz. É sempre melhor quando no sistema natural a turvação seja virtualmente ausente, pois ela, reduz a fotossíntese no ecossistema e diminui a produção do peixe.

(b) Parâmetros químicos (nutrientes)

Os iões de nitratos e fosfatos são os nutrientes que provocam a produtividade de algas em águas superficiais e a presença destes, pode ser um indicativo da tendência de eutroficação, em recipientes fechados.

◆ Fosfato-PO₄

O fosfato é um constituinte natural das águas superficiais e é um dos nutrientes de plantas aquáticas. E água rica em fosfatos, contribui para o



crescimento de algas.

◆ Nitrato-NO₃ e amónia-NH₄

O ião nitrato é a principal forma de nitrogénio combinado em águas superficiais e resultante do processo de oxidação bioquímica de compostos azotados em organismos vivos, como o nitrogénio orgânico, amónia e nitrito.

(c) Parâmetros orgânicos

◆ Matéria orgânica

A matéria orgânica é o conteúdo orgânica existente num corpo de água, podendo ser de origem natural ou antropogénico. A sua presença afecta o oxigénio dissolvido na água.

◆ Oxigénio dissolvido (OD)

O oxigénio dissolvido é um dos gases que se encontra dissolvido em águas superficiais. A produção de oxigénio dissolvido na água é o resultado da fotossíntese, realizada pelas algas e outras plantas aquáticas.

◆ Demanda química de oxigénio

A demanda química de oxigénio (DQO), mede a quantidade de oxigénio necessário para oxidar quimicamente a matéria orgânica. Ela dá uma estimativa da concentração de matéria orgânica presente na água.

(d) Parâmetros inorgânicos

◆ Cloreto

Os iões de cloreto encontram-se presentes em água natural. O alto teor de cloreto ocorre quando os iões tiverem tido contacto com locais cuja formação geológica contém cloreto ou por intrusão salina.

◆ Razão de absorção de sódio (RAS)

O conteúdo de sódio pode ser considerado como factor de qualidade de água muito importante, pois o sódio pode ter efeito nocivo as plantas; se este estiver presente em alta concentração, pois, destrói a estrutura do solo, bloqueia os poros e dificulta a drenagem.

Em casos extremos, a destruição das estruturas resulta em aumento do pH do solo transformando-o em solo alcalino.

A nocividade do sódio é determinada pela concentração absoluta relativa aos outros catiões, denominada razão de absorção do sódio (RAS),

cuja relação é expressa pela seguinte fórmula:

$$RAS = \frac{Na}{\frac{1}{2}\sqrt{Ca+Mg}}$$

Os valores das concentrações máximas aceitáveis e toleráveis, encontram-se na tabela 17 em anexo.

Foram analisados os valores médios anuais dos parâmetros seleccionados, nos últimos 30 anos, nas seguintes estações:

- Estação de Páfúri (E31); Estação de Combomuni (E33); Estação de Chokwé (E35); Estação de Sicacate (E36) e Estação de Xai-Xai (E38).

Condutibilidade eléctrica

A condutibilidade eléctrica, ao longo do curso do rio Limpopo, regista um aumento significativo da montante a jusante. O gráfico de barras 3 (Variação da Condutibilidade eléctrica ao longo do rio Limpopo), mostra para as estações E32, E37, E35, E36 e E38 os seguintes valores respectivamente (220, 470, 660, 800 e 1250 μ S/cm). Daqui depreende-se que a condutibilidade eléctrica atinge a seu máximo no distrito de Xai-Xai (à jusante) e o mínimo, na E32 em Páfúri (à montante).

Pode-se afirmar que as razões para esta maior variação da condutibilidade eléctrica, da montante para a jusante, prendem-se com o aumento da intrusão marinha que se verifica na área da foz como resposta a redução do caudal na foz do rio bem como pela intrusão de sais provenientes de compostos químicos contidos em fertilizantes e as fracas precipitações atmosféricas.

O caudal do rio Limpopo apresenta-se insuficiente para impedir esta situação, atendendo as elevadas perdas de água ao longo do rio por evaporação, "infiltração" e outras explorações.

A intrusão salina não só tem efeitos negativos no conteúdo salino da água, como também nos solos do distrito, pois, a mesma água é usada para irrigação e conseqüentemente a salinização dos solos.

Temperatura - Confrontando o valor médio da temperatura (23 e 25°C), com os limites estabelecidos, atendendo que tomam os extremos zero a 40 °C, pode-se dizer que aqueles valores são óptimos.

Turvação- Os valores médios de turvação, encontrados ao longo do rio Limpopo, variam de 35 a 14 NTU⁽¹⁷⁾, portanto, mostra uma tendência decrescente de montante a jusante.

17-NTU -Number Turbidity Units

Nitrato - Os nitratos, mostram uma subida de concentração dos seus valores de montante a jusante, sendo aproximadamente de 1 mg/l na estação (E32) e a jusante (E38), 13 mg/l (vide gráfico 4 em anexo).

Amónia - Os valores de amónia tendem a aumentar para a jusante na ordem de zero a 4,8 mg/l. O teor de amónia ao ultrapassar o valor 0,5 mg/l, é considerado alto.

No que concerne a variação de nutrientes ao longo do rio Limpopo, segundo o gráfico 6 (variação de nutrientes ao longo do rio Limpopo), da montante a jusante, para a amónia, observa-se de um modo geral, uma subida gradual, sendo os valores mínimos (0 mg/l), encontrados a montante (E32) e os máximos 2,5 mg/l, a jusante, na estação de Xai-Xai (E38).

Matéria orgânica- Os valores registados para este parâmetro nas estações 35, 36, 37 e 38, foram 2,50 e 2,64 mg/l; 8,00 mg/l; 2,40 mg/l; 4,00 e 7,68 mg/l, valores superiores aos recomendados.

O aumento da concentração da matéria orgânica está relacionado com o aumento da concentração de amónia, nitrito e nitratos, nas águas do rio Limpopo. A presença destes compostos químicos deve-se principalmente a uma contaminação biológica a partir de dejectos humanos e produtos orgânicos biodegradáveis.

Oxigénio dissolvido- Partindo do princípio de que valores superiores a 5 mg/l de oxigénio dissolvido, em todas as formas de vida aquática, têm efeitos negativos, pode-se dizer que os valores das concentrações são óptimos, pois não excedem aquele valor.

Demanda química de oxigénio - Os valores encontrados oscilam entre 1,2 a 39 mg/l, o que demonstra que até certo ponto excedem o valor limite recomendado de 30 mg/l.

Cloreto - O teor do cloreto aumenta da montante para a jusante, atingindo aqui, 675 mg/l. No entanto, considerando os limites internacionais (600 - 1 200 mg/l), ainda não constitui um grande perigo.

Razão de Absorção de Sódio (RAS)- Os valores médios encontrados de RAS, nas estações 32, 35, 36, 37 e 38 foram: 0,79; 2,57; 4,03; 4,91 e 6,80 respectivamente. Este elemento mostra um aumento de concentração dos seus valores médios da montante a jusante.

O valor óptimo de RAS para a agricultura é 10, e o máximo recomendado é 30, sendo assim, pode-se afirmar que em todas as estações não se atinge o valor óptimo mencionado. Provavelmente as inúmeras barragens construídas ao longo deste rio estejam por detrás desta situação.

As barragens trazem consigo determinados problemas ecológicos como seja a retenção das areias trazidas pelos cursos de água. Os lodos e outras substâncias transportadas pelas águas do rio ficam retidos pelas barragens e o rio fica mais pobre em substâncias minerais a partir desse local, e as plantas situadas junto a foz podem sofrer um fraco desenvolvimento.

Da tabela 19 (classificação de água com base na salinidade e a RAS), a estação de Xai-Xai encontra-se na classe C3S2 e, segundo Custódio & LLamas (1976:1891), a situação é a seguinte:

-C3 - A água é altamente salina. A condutividade está entre 750 e 2 250 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 480 - 1440 mg/l de sódios dissolvidos. Não deve ser usada em solos de drenagem deficiente. Deve-se fazer o controlo de salinidade do solo. Exige uma selecção de plantas muito tolerantes aos sais.

-S2 - A água contém um teor médio de sódio. Pode representar um perigo em condições de lavagem deficiente, em terrenos de textura fina com elevada capacidade de troca catiónica se não conter gesso. Só deve ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicos de boa permeabilidade.

De um modo geral, segundo a tabela 21 em anexo, pode-se afirmar que a qualidade da água do rio Limpopo, não é recomendável para um consumo humano, pois a concentração dos compostos químicos regista valores que ultrapassam os limites estabelecidos pela OMS no que concerne a potabilidade da água.

A análise dos parâmetros para a irrigação, de acordo com a qualidade da água para a irrigação (vide tabela 20 em anexo), permite concluir que a água do rio Limpopo tem efeitos que tendem a ser negativos para o desenvolvimento das plantas.

3.2.5- LEGISLAÇÃO DOS RIOS INTERNACIONAIS

Para Ferreira, et all, (1982:148), apesar da enorme abundância da água na terra, a sua disponibilidade para o homem torna-se pequena.

A importância crescente dos problemas de gestão das águas levou a que se procurassem acções concertadas a escala internacional para tentar equacionar e resolver esses problemas, Cunha (1982:53).

Em Moçambique, a existência de uma vasta rede hidrográfica com mais de cem bacias diferenciadas, pode levar a conclusão de que a disponibilidade hídrica do país é rica. Na verdade, a disponibilidade hídrica é reduzida e o país, necessita de encontrar os mecanismos técnicos legais e institucionais que permitem um adequado aproveitamento e conservação destes recursos que além de escassos são irregulares.

A bacia do rio Limpopo tal como as da maioria dos mais importantes rios moçambicanos, é uma bacia internacional, sendo partilhada com a África do Sul, com o Zimbabwe e com o Botswana, Vaz, in Zanting (1996:215-222).

A tabela 18 apresenta as bacias internacionais de que Moçambique é parte, referindo os países que partilham cada uma delas.

A tabela 18- Bacias internacionais de Moçambique

Bacia	Área total (Km ²)	Área em Moçambique (Km ²)	Outros países que a partilham
Maputo	29 800	1 950	Swazilândia, RAS
Tembe	2 480	1 870	Swazilândia
Umbeluúzi	5 460	2 240	Swazilândia, RAS
Incomáti	49 080	15 360	Swazilândia, RAS
Limpopo	412 000	79 600	RAS, Zimbabwe, Botswana
Save	106 200	22 600	Zimbabwe
Búzi	28 650	25 600	Zimbabwe
Púngue	30 800	28 000	Zimbabwe
Zambeze	1 200 000	140 000	Zimbabwe, Zâmbia, Malawi, Zaire, Angola
Rovuma	155 400	101 160	Tanzânia

Fonte: Vaz, in Zanting 1996

Como se torna evidente da leitura desta tabela, a posição de Moçambique, é em geral, bastante desfavorável porque:

-Com a excepção da bacia do Rovuma, as partes nacionais das bacias são as de jusante, colocando o país na dependência das utilizações dos países a montante.

-A situação é crítica sobretudo na região sul do país onde o clima é predominantemente semi-árido ou árido exceptuando a parte costeira e a zona fronteiriça dos montes Libombos, onde o clima é sub-húmido (segundo a classificação de Thrnthwaite).

A maior ou menor dificuldade de se estabelecerem acordos para a utilização comum dos recursos hídricos numa bacia internacional depende de muitos factores de entre os quais assumem particular relevo os seguintes:

-Carácter global das relações (políticas, históricos, jurídicos) entre os estados que partilham a bacia;

-O estágio de desenvolvimento sócio-económico de cada estado.

-Maior ou menor semelhança das metodologias utilizadas para estimar os recursos hídricos disponíveis e avaliar os benefícios e custos associados ao seu aproveitamento.

Na óptica de Cunha (1980:55), é essencial considerar a utilização

conjunta de diversas medidas relacionadas com águas superficiais, envolvendo tanto os aspectos de quantidade como os de qualidade da água. Catozzone & Muchena (1993:X), acham que os problemas institucionais, económicos, ambientais e práticos que se prendem com gestão dos recursos hídricos, devem ser confrontados com urgência e de maneira integrada,

O Professor Doutor Canelas de Castro⁽¹⁸⁾, falou das convenções adoptadas no contexto europeu:

-Acordo de Helsínquia/1966, que prevê tratados bilaterais ou multilaterais no que concerne a quantificação e definição duma repartição razoável e equitativa dos recursos hídricos partilhados;

-O acordo privilegia não só a questão da regularização dos recursos hídricos mas também inclui a componente ambiental. Através destes princípios foram resolvidos casos como do rio Danúbio (entre a Hungria e a república Checa).

-No contexto africano, são exemplos, a convenção do Nilo entre o Sudão e o Egipto para a construção da barragem Assuão sem prejuízos mútuos, na África Ocidental, o acordo entre os países drenados pela bacia do rio Senegal de 1963 (Senegal, Malí, Mauritânia e Guiné-Conakri) e o acordo entre o Lesoto e a África do Sul.

-Atendendo que os tratados não são estáveis, Cunha⁽¹⁹⁾, recomenda um tratado evolutivo.

Antes da Independência Nacional de Moçambique, Miranda (1984:25-30), já havia conversações entre Portugal (então potência colonial de Moçambique), RSA e Swazilândia sobre os rios Maputo, Umbelúzi e Incomáti. Em 13 de Outubro de 1964, se subscreveu um Acordo de Princípios entre Portugal e RSA, no qual aderiu a Swazilândia em 9 de Dezembro de 1967. Com este acordo se reconhecem as vantagens mútuas da colaboração técnica e económica no domínio das águas. A partir deste acordo, os países participantes foram realizando reuniões e negociações de carácter tri ou bipartido.

No que concerne a bacia do rio Limpopo, compartilhada entre Moçambique, Zimbabwe, Botswana e RSA, por iniciativa de Moçambique, em Maio de 1982 reuniram-se em Maputo, delegações deste país, Zimbabwe e Botswana. Nesta reunião foi acordado a criação de um Comité Técnico Permanente Conjunto, com o objectivo de permuta regular de informações hidrográficas e planos de desenvolvimento referentes a esta bacia. De citar o terceiro e ocorrido em 1984, cujo principal aspecto foi a adesão da África do Sul. Em 1986 os chefes das quatro delegações assinaram o Acordo sobre a Comissão técnica Permanente da Bacia do Limpopo.

Para Vaz (1996), um factor novo e favorável a Moçambique é a criação no âmbito da SADC duma Comissão para as Bacias Hidrográficas Partilhadas.

"Moçambique está negociar com Zimbabwe um acordo sobre aviso

18- Recursos hídricos e partilha de água em rios internacionais- caso do convénio Portugal/Espanha (Conferência realizada aos-17/03/1999)

19-Citado pelo Prof. Dr. Castro, Canelas de, em conferência de 17/3/1999.

prévio e gestão das águas, ao mesmo tempo que ao nível da Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (SADC), se discute a possibilidade de se instituir uma entidade específica para tratar da gestão das calamidades naturais na região. Apesar do acordo já assinado com a África do Sul, por exemplo, sobre a gestão das águas, infelizmente, ainda há problemas" ⁽²⁰⁾.

20- Silvano Langa, in jornal Domingo, 21/02/1999, pág. 12.

3.3- CONCLUSÕES

Todo o vale do Limpopo , está sujeito as cheias cíclicas e por vezes catastróficas, especialmente quando a conexão das duas partes máximas dos rios Limpopo e Elefantes coincidem.

A ocorrência do fenómeno de cheia no rio Limpopo e nos seus afluentes em território moçambicano, é mais frequente no período entre Dezembro e Março.

A queda pluviométrica em território nacional, tem uma influência negligenciável para provocar cheias, atendendo a redução dos picos máximos de montante à jusante e ao grande volume das cheias.

As cheias registadas em território moçambicano, são provocadas pelas fortes precipitações registadas em países vizinhos de Moçambique.

O estado actual dos diques é alarmante, sendo importante e urgente que se realizem estudo actualizado e trabalhos da respectiva reabilitação.

Os repetidos prejuízos e vítimas humanas e materiais, que advêm dum cheia ou de sucessivas cheias de grandes dimensões, são de tamanho avultado, com os trabalhos de reabilitação, os prejuízos poderiam ser minimizados.

As populações campesinas do distrito, nos anos em que se registam cheias, sofrem os seus efeitos durante os meses de Dezembro, janeiro e Fevereiro, tendo que disputar as terras altas, menos afectadas pelas cheias, para a prática da agricultura e pastorícia, pois só nos meados de Maio, quando as planícies ficam livres das águas das cheias, é que os camponeses e pastores podem voltar a trabalhar nas terras baixas e mais férteis.

A qualidade da água para a irrigação, tende a produzir efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas.

3.4- RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

A informação hidroclimatológica de montante, é essencial para uma melhor avaliação das aflúncias na bacia, sendo imperioso que se reactivem os mecanismos de coordenação com os países de montante.

É importante que em situações de cheias todas as entidades ligadas a este sistema, criem condições apropriadas para a realização dos trabalhos antecipados na bacia, contribuindo deste modo para a minimização de danos e prejuízos.

Atendendo o estado actual alarmante dos diques, é importante e urgente que se realizem trabalhos e estudos actualizados da respectiva reabilitação.

Deve-se planear com suficiente antecedência uma efectiva protecção contra as cheias, recorrendo as medidas estruturais, tais como diques, e medidas não estruturais, tais como regulamentação e zoneamento dos vales inundáveis, para fazer face aos riscos existentes.

CAPÍTULO-IV

4.0- BIBLIOGRAFIA

- 1- ACNUR, PNUD, (1997), **Perfis de desenvolvimento distrital . Distrito de Xai-Xai**, Maputo.
- 2- Afonso, R.S., (1976), **A geologia de Moçambique** (nota explicativa da carta de Moçambique 1:2 000 000), Dir. Ser. Geol. e Minas, Maputo.
- 3- Afonso, R.S., (1999), **Evolução geológica de Moçambique**, DNG, Maputo.
- 4- Almeida, A. Antunes, (1959), **Monografia agrícola de Massinga**, junta de investigação científica ultramar, Lisboa.
- 5- Amaral, A. & Zalcmán, M., (1991), **Sistema de qualidade de água - manual do utilizador**, DNA, Maputo.
- 6- Ataíde, C. et all, (1976), **Plano geral do aproveitamento dos recursos hídricos- (1977-2000)**, DNA, Maputo.
- 7- Boleo, O., (1966), **Moçambique-pequena monografia**, 2ª edição, Lisboa.
- 8- Catizzone, M., & Muchena, S.C., (1993), **Uma abordagem holística das formas de utilização dos solos nos países da SADC**, Harare.
- 9- Comissão Nacional do Plano, (1982), **Informação estatística 1980/81**, Maputo.
- 10- Cunha, Luís Veiga da, (1982), **AS SECAS- Caracterização, Impactos e Mitigação**, Lisboa.
- 11- Cunha, L.V., (1980), **A gestão da água- princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- 12- Custódio, Emílio & LLamas, M.Ramón, (1976), **Hidrologia subterrânea**, 1ª edição, tomo II, Omega, Barcelona.
- 13- Ferro B.P. e Bouman, D., (1987), **Hidrogeologia de Moçambique. Estado actual do conhecimento**, DNA, Maputo
- 14- Ferreira, H. Amorim, (1965), **Climatologia dinâmica da África meridional**, Lisboa.
- 15- Ferreira, J.H. Barros & Amaral, M. Dulce, (1982), **O homem e o ambiente**, ASA, Porto.
- 16- Inguane, A. (1994), **Gestão integrada da área costeira (Moçambique)- Perfil da área costeira do distrito de XaiXai**, Maputo.
- 17- Kassan, A.H., et all, (1984), **Agroclimatological data for África**, nº22, Rome.
- 18- Lacatos, E. e Marconi, (1985), **Metodologia do trabalho Científico**, Atlas S.A., São Paulo.
- 19- Loureiro, João Mimoso, (1973), **Caracterização climática da bacia hidrográfica do rio Limpopo**, DNA, Lourenço Marques.
- 20- Langa, S., in **Jornal Domingo**, 21.02.1999, pag.12., Maputo.
- 21- Mac Donald e Partners, (1996), **Inventariação hidrológica para**

países do sul do sahara-países da SADC, relatório por país: Moçambique, Cambridge, Reino Unido.

22- Magalhães, A., (1973), **Dicionário de Geografia**, São Paulo.

23- **Moçambique quer regras sobre partilha de águas na SADC**, Jornal Notícias, (20 Jan. 1998), 3ª feira, pag.1, col.1, Maputo.

24- Mertens, Emílio, (1970), **Monografia da bacia do Limpopo**, DNA, Lourenço Marques.

25- Moreira, Ilídio .Rosário dos Santos, (1961), **Aspectos económicos e sociais da obra de povoamento do vale do Limpopo**, Lisboa.

26- Miranda, Patrícia A., (1984), **Consultoria en derecho nacional e internacional de águas**. Informe de mission. Rome, FAO.

27- Nakata,H. & Coelho, M.A., (1985), **Geografia Geral**, São Paulo.

28- Pinto, Nelson L. de Sousa, et all, (1976), **Hidrologia geral**, editora Edgard Blucher, Rio de Janeiro.

29- Saranga, Suzana, (1992), **Análise integrada da bacia do rio Limpopo, tendo em vista a gestão dos recursos hídricos**, DNA, Maputo.

30- Sogreah-Hidrogest, (1993), **Natinal irrigation development master program (NIDMP), Incomáti, Búzi and Pungué basius**, final report, SEHA, Maputo.

31- Sousa, A.Gomes, (1966), **Dendrologia de Moçambique**, INIA, Centro de Documentação Agrária, sér. memor.nº1, Lourenço Marques.

32- SPPF-Gaza, (1998), **Plano de estrutura da cidade de Xai Xai e desenvolvimento da periferia**, Xai Xai.

33- SPPF-Gaza, (1993), **Caracterização física e sócio económica do distrito de Xai Xai**, Xai Xai.

34- UNEP, FAO, PAP e MICOA, (1998), **Gestão integrada das zonas marinhas e costeiras em Moçambique. Área costeira do distrito de Xai Xai**, MICOA, Maputo.

35- Vaz, Álvaro Carmo, (1995), **Recursos Hídricos de Moçambique-Potencial, Problemas e Políticas**, Maputo.

36- Zantig, Harm Albert,(editor) (1996), **Monografia hidrográfica da bacia do rio Limpopo**, DNA, Maputo

CAPÍTULO-V

5.0- ANEXOS

Tabela 8- Balanço hidrológico do distrito de Xai Xai

Meses	Precipitação	Evapotranspiração	Déficit de água
Janeiro	98.2	154.7	-56.5
Fevereiro	175.2	130.2	0
Março	91.6	121.4	-29.8
Abril	106.7	89.7	0
Mai	63.4	64.5	-1.1
Junho	55.6	46.2	0
Julho	38.3	52.4	-14.1
Agosto	33.9	79	-45.1
Setembro	31.9	109.1	-77.2
Outubro	64.8	133.5	-68.7
Novembro	85.8	145.6	-59.8
Dezembro	107.3	157.9	-50.6
Ano	952.3	1224.1	-271.8

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho, com os dados meteorológicos de Xai-Xai.

Tabala 20- Parâmetros da água para a rega

Parâmetros	Concentração máxima aceitável	Concentração máxima tolerável	Valores encontrados *
CE	6,5µm/s	9,2 µm/s	900 - 1568 µm/s
Temperatura	0 - 40 °C	0 - 40 °C	23 - 25 °C
Turvação	5 mg/s	25 mg/s	0 - 81 mg/l
Fosfato (PO4)	0,2 mg/l		
Nitrato (NO3)		45 mg/l	
Amónia (NH4)	0,5 mg/l		0,5 - 4,8 g/l
Matéria orgânica		2,5 mg/l	2,5 - 7,6
Oxigénio dissolvido	4,0 mg/l	8,0 mg/l	8,4 mg/l
Demanda química do oxigénio	30 mg/l		
Cloreto	600 mg/l	1200 mg/l	63 - 1 062 mg/l
Razão de absorção do sódio	10 mg/l	30 mg/l	2,63 - 6,90 mg/l

Fonte: Nambora, L., in Zanting, 1996. * DNA, 1981 a 1996.

Tabela 21- Normas da OMS sobre a água potável.

Parâmetros	Concentração o máxima aceitável	Concentração máxima tolerável
Côr	5 unidades a)	50 unidades
Fluoretos		1.3 mg/l
ferro total	0.3 mg/l	1.0 mg/l
Turvação	5 ppm	25 ppm
pH	7.0 - 8.5	6.5 - 9.1
Nitratos		45mg/l
Nitritos		0.45mg/l
Amônia		0.05mg/l
Sódios totais	500 mg/l	1 500 mg/l
Dureza total	100 mg/l	500 mg/l
Cálcio	75 mg/l	200 mg/l
Magnésio	50 mg/l	150 mg/l
Cloretos	200 mg/l	600 mg/l
Sulfatos	20 mg/l	400 mg/l

Fonte: DNS, 1982

a) Na escala calorimétrica platino-cobalto

-Água da Chuva....-Água do rio....-Água do Poço....-Outros....

19-Os rendimentos agrícolas, ao longo de todos os anos, têm sido os mesmos?

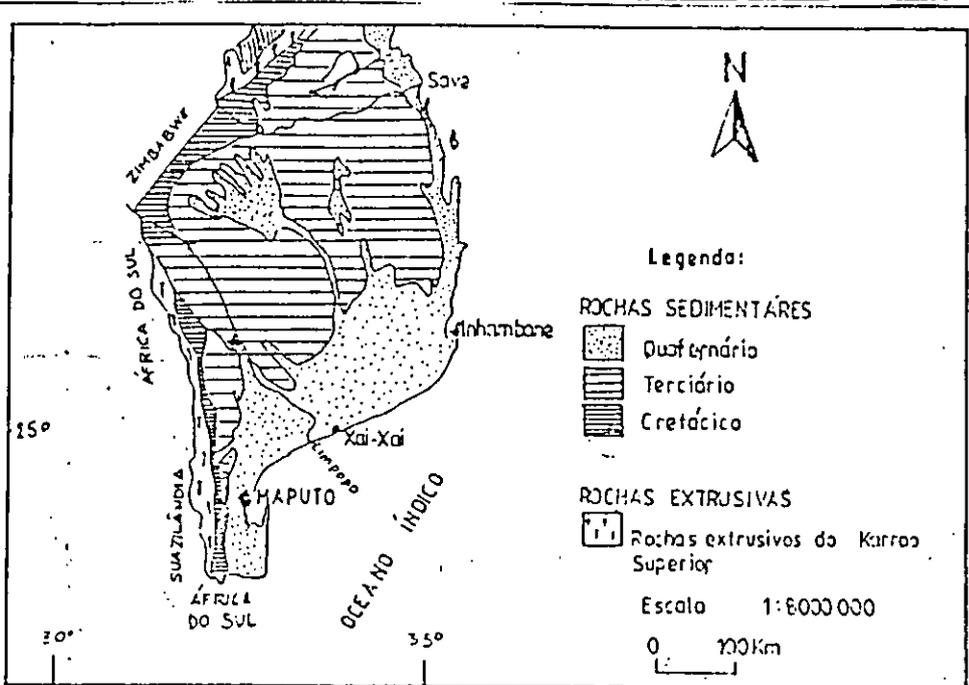
-Sim....Não....

20-Quais têm sido as causas dos fracos rendimentos agrícolas?

-Fracas precipitações....-Secas....-Cheias....-Caudais de estiagem....

21-Se tiver algo julgada importante no que diz respeito a água, pode acrescentar.

.....
.....

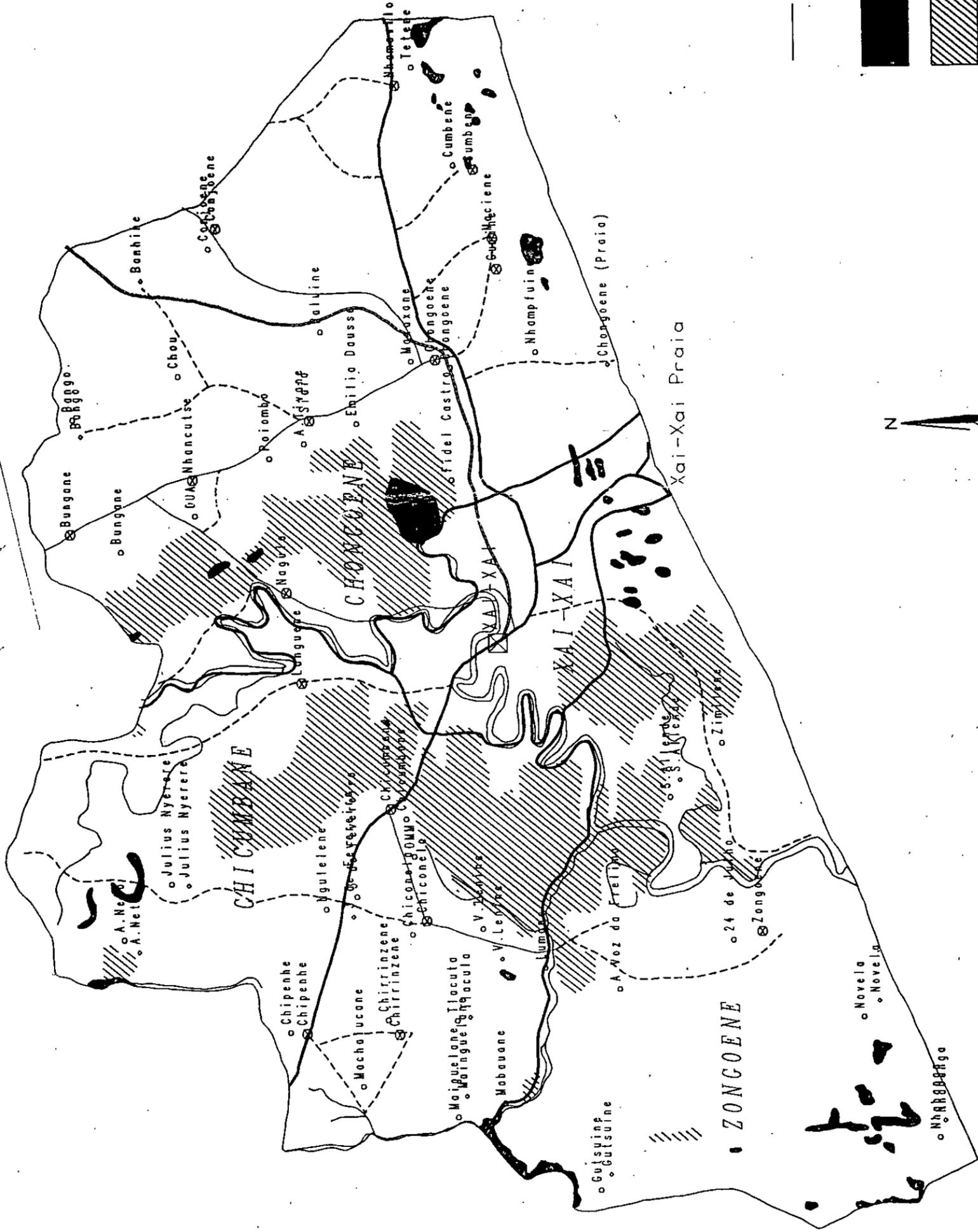


Map.2- BACIA SEDIMENTAR DE MOÇAMBIQUE-SUL DO SAVE

(Adaptado de Bouman e Ferro 1987)

Distrito de Xai-Xai DIVISAO ADMINISTRATIVA

Map.3-

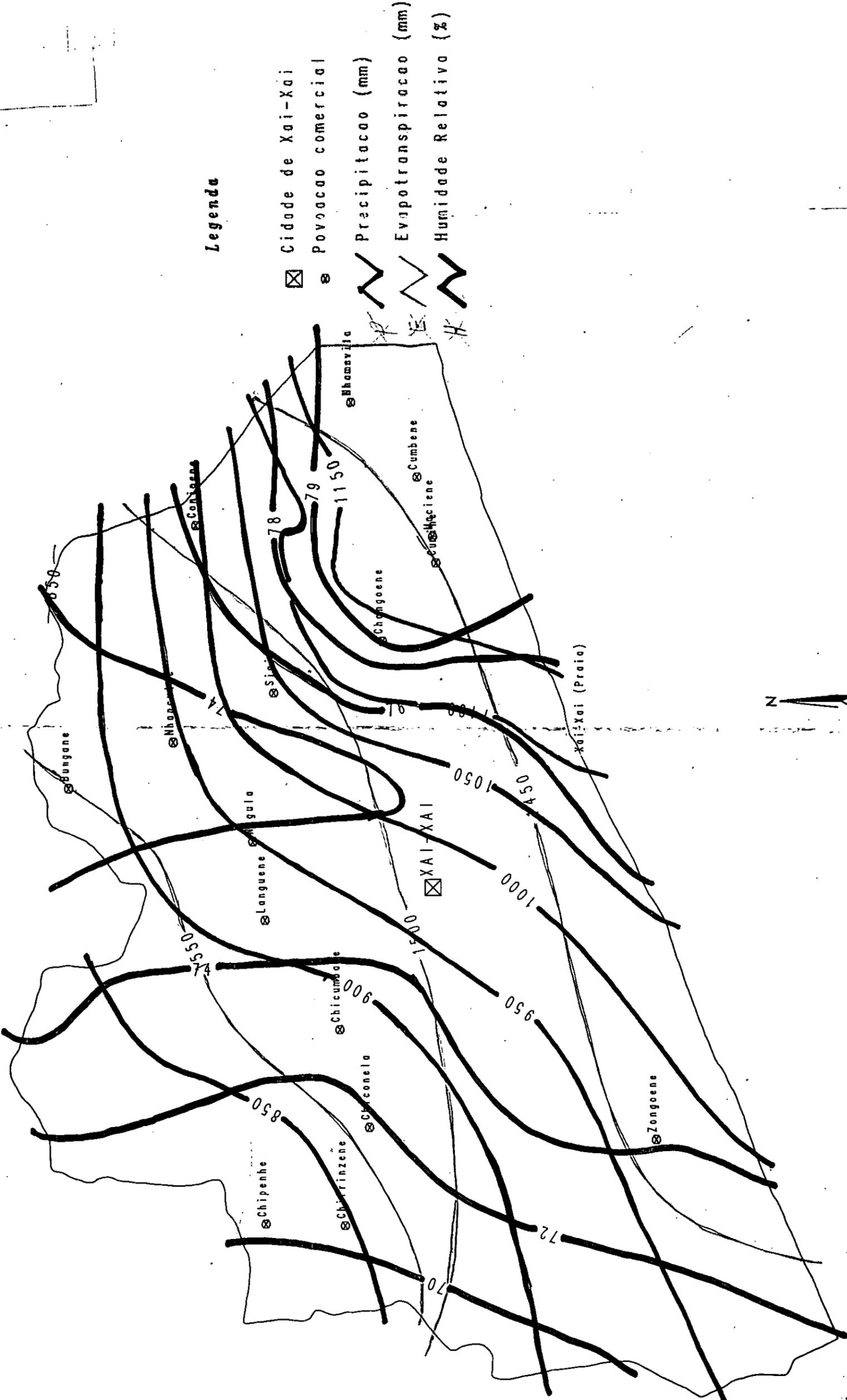


Legenda

- ☒ Cidade de Xai-Xai
- ⊙ Povoacao comercial
- Aldeia Comunal
- Loja
- Limite de Posto
- Estrada Asfaltada
- Estrada Terraplanada
- - - Picada
- Linha Ferrea
- Rio
- Lagos
- ▨ Areas de Inundacao temporaria



Distrito de Xai-Xai PRECIPITACAO, EVAPOTRANSPIRACAO E HUMIDADE RELATIVA - MAIA 9



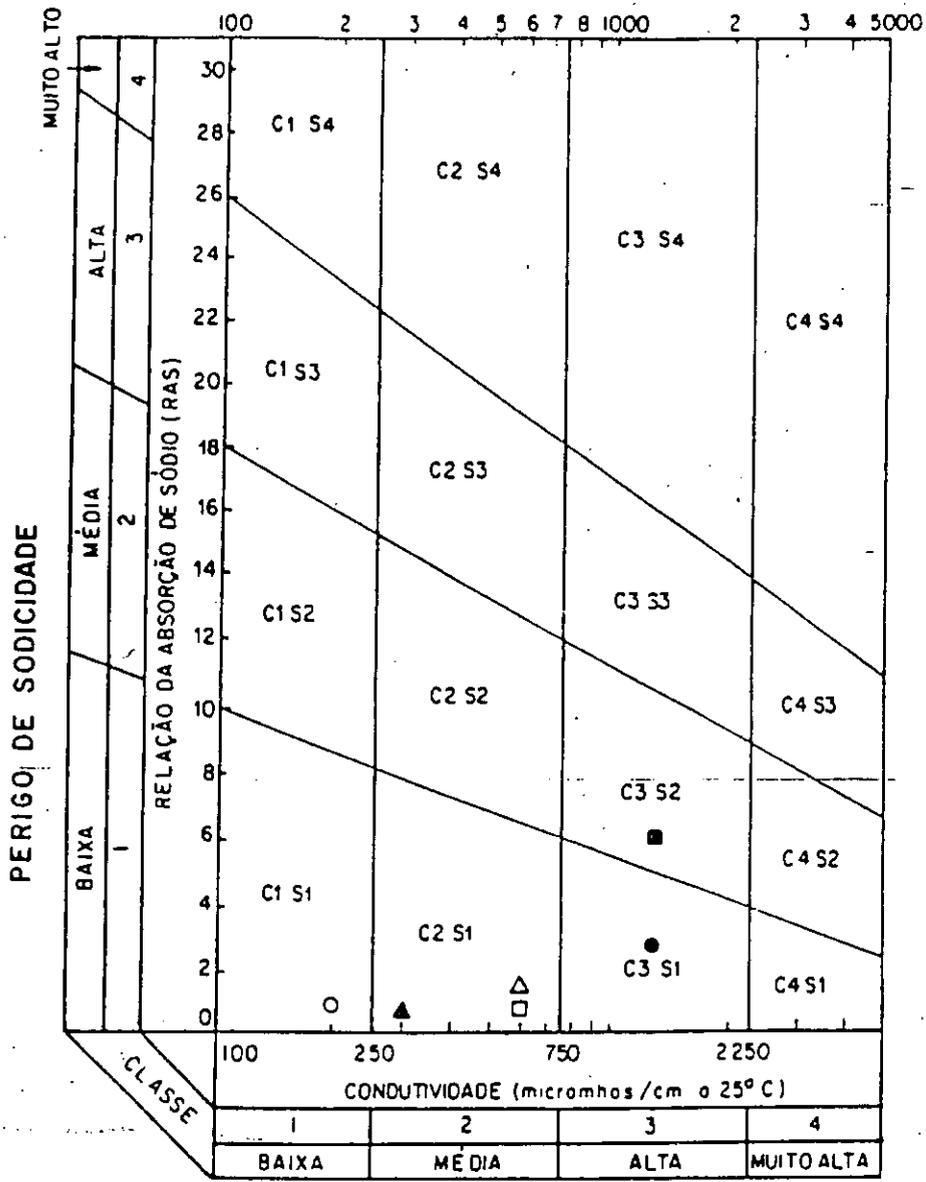
Legenda

- ☒ Cidade de Xai-Xai
- ⊙ Povoacao comercial
- ~ Precipitacao (mm)
- ~ Evapotranspiracao (mm)
- ~ Humidade Relativa (%)

Tabela 15. Alturas e caudais máximos anuais no rio Limpopo

Ano	Pafuri E31		Combom: E33		Chokwé E35		Sicacate E36		Xai Xai E38	
	m	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m ³ /s
53/54	4,46	160			3,75	700	6,00	120	-	-
54/55	7,36	2900			8,00	5050	-	-	5,37	3310
55/56	5,64	690			6,21	2680	8,87	1350	3,72	1360
56/57	5,59	660			4,40	2680	7,33	430	-	-
57/58	7,70	3630			7,88	4870	9,00	1470	4,57	2270
58/59	6,76	1870			5,65	2100	-	-	3,60	1250
59/60	4,59	200			5,69	2140	8,86	1340	2,97	720
60/61	6,95	2160			5,93	2380	8,99	1460	3,45	1110
61/62	5,07	370			2,62	240	3,98	10	-	-
62/63	6,20	1180			-	-	-	-	1,80	100
63/64	-	-			-	-	-	-	2,00	170
64/65	-	-			-	-	4,85	30	2,55	445
65/66	8,99	7710	8,15	3910	7,20	3890	10,84	4200	4,35	2020
66/67	7,90	4130	7,46	2880	7,42	4190	10,57	3650	4,89	2670
67/68	4,27	120	2,85	50	-	-	-	-	2,37	340
68/69	7,31	2800	6,65	1910	-	-	10,07	2790	3,97	1610
69/70	5,07	370	3,82	210	-	-	6,32	170	2,19	250
70/71	7,69	3610	7,33	2700	6,60	3130	10,16	2930	4,21	1860
71/72	10,14	113530	10,04	7900	8,10	5210	10,99	4530	5,25	3150
72/73	4,50	170	1,99	10	1,32	20	2,75	0	2,34	330
73/74	8,00	4390	6,57	1830	-	-	10,05	2790	4,19	1840
74/75	7,85	4000	9,28	6080	8,09	5190	11,09	4760	5,52	3520
75/76			5,76	1130	6,00	2450	9,81	2410	3,90	1540
76/77	8,72	6670	10,35	8740	8,47	5810	11,4	5530	6,07	4350
77/78			7,88	3480	7,18	3860	10,66	3830	5,52	3520
78/79			-	-	-	-	7,36	440	2,70	540
79/80			4,43	400	-	-	-	-	2,84	630
80/81			8,28	4130	7,63	4490	10,92	4380	5,21	3090
81/82			3,08	70	-	-	4,89	30	2,53	430
82/83			3,00	70	1,09	10	2,44	0	2,80	600
83/84			5,26	800	3,47	560	5,88	100	2,50	420
84/85			7,58	3040	5,48	1940	9,20	1670	3,61	1260
85/86			4,24	330	2,86	310	-	-	2,51	420
86/87			4,70	510	3,00	360	5,19	40	2,22	270
87/88			7,80	3360	6,60	3130	10,39	3320	4,32	1980
88/89			4,79	550	2,63	240	4,42	10	2,52	430
89/90			4,20	320	2,85	310	-	-	2,87	650
90/91			5,70	1080	4,46	1120	-	-	2,97	720
91/92			-	-	1,07	0	-	-	2,37	340
92/93			5,98	1300	4,25	990	-	-	3,20	900
93/94			4,48	420	2,43	190	-	-	3,00	750
94/95			5,49	940	3,65	650	-	-	-	-

FONTE: Zu LANTING, 1996



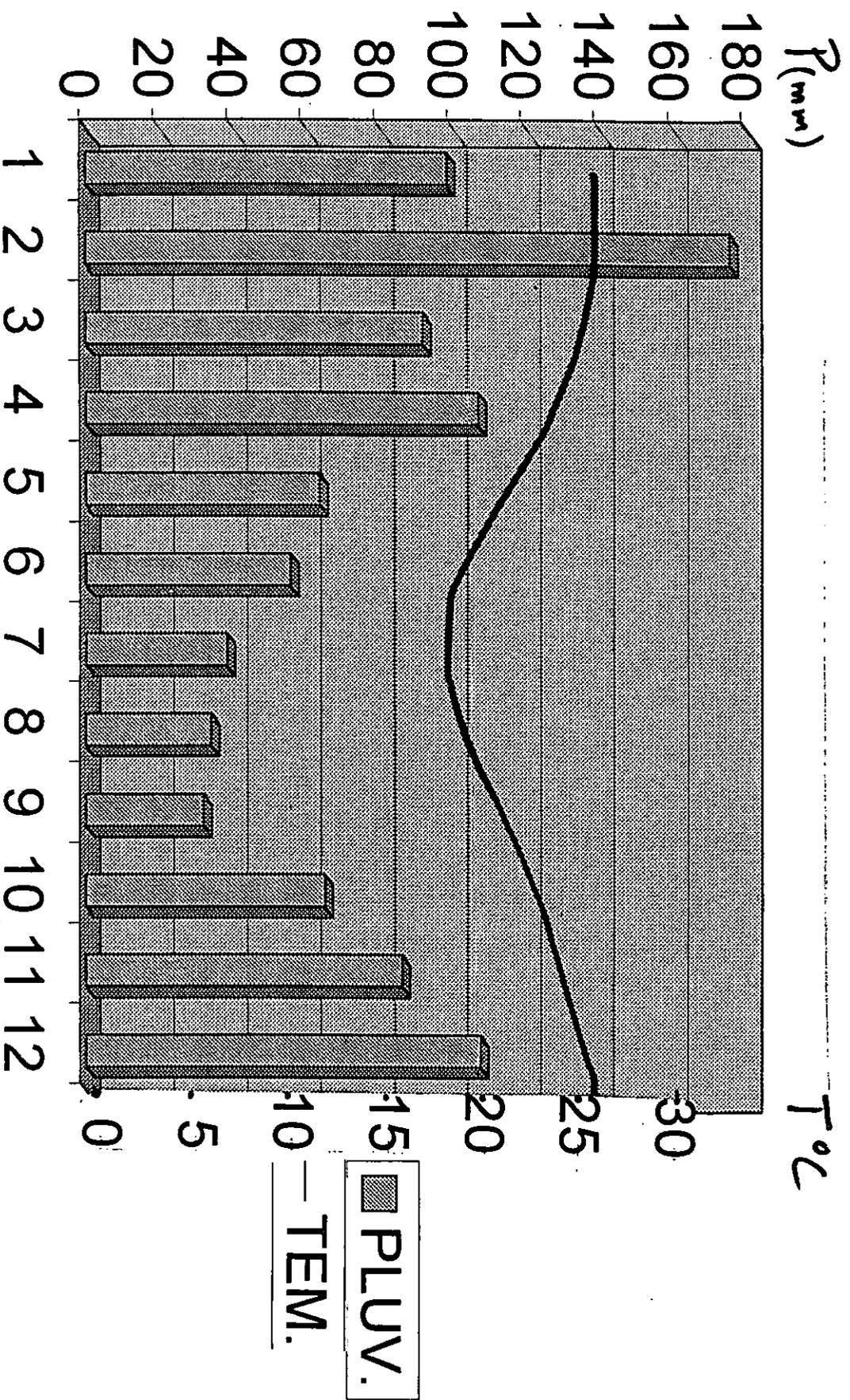
PERIGO DE SALINIDADE

- E 32 ● E 36
- △ E 117 △ E 55
- E 37 ■ E 38

Tab. 19 Classificação de águas em base de salinidade e a RAS

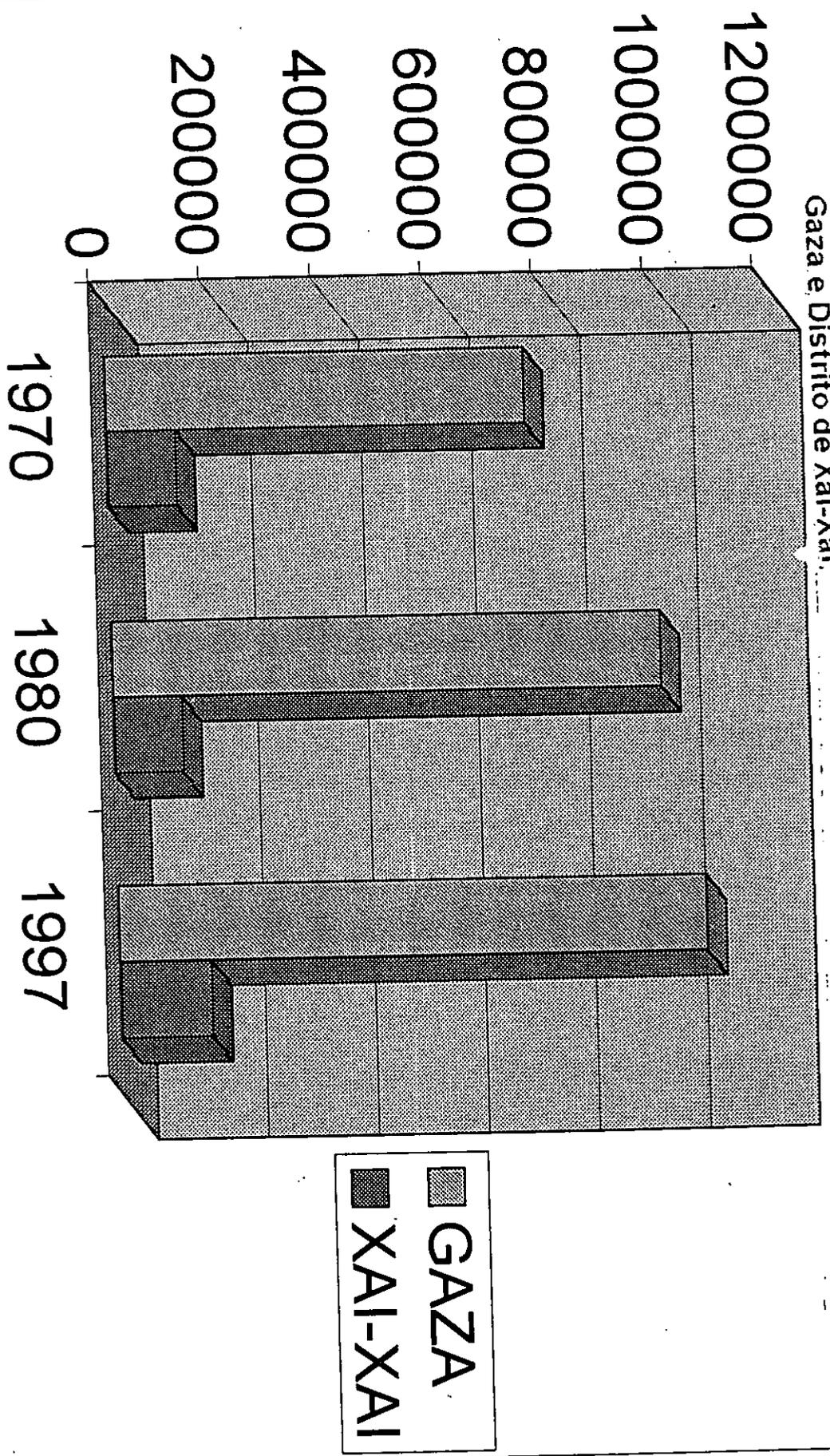
Fonte: 73 in ZANTING, 1996

Gráfico 1 - termopluviométrico do Distrito de Xai-Xai



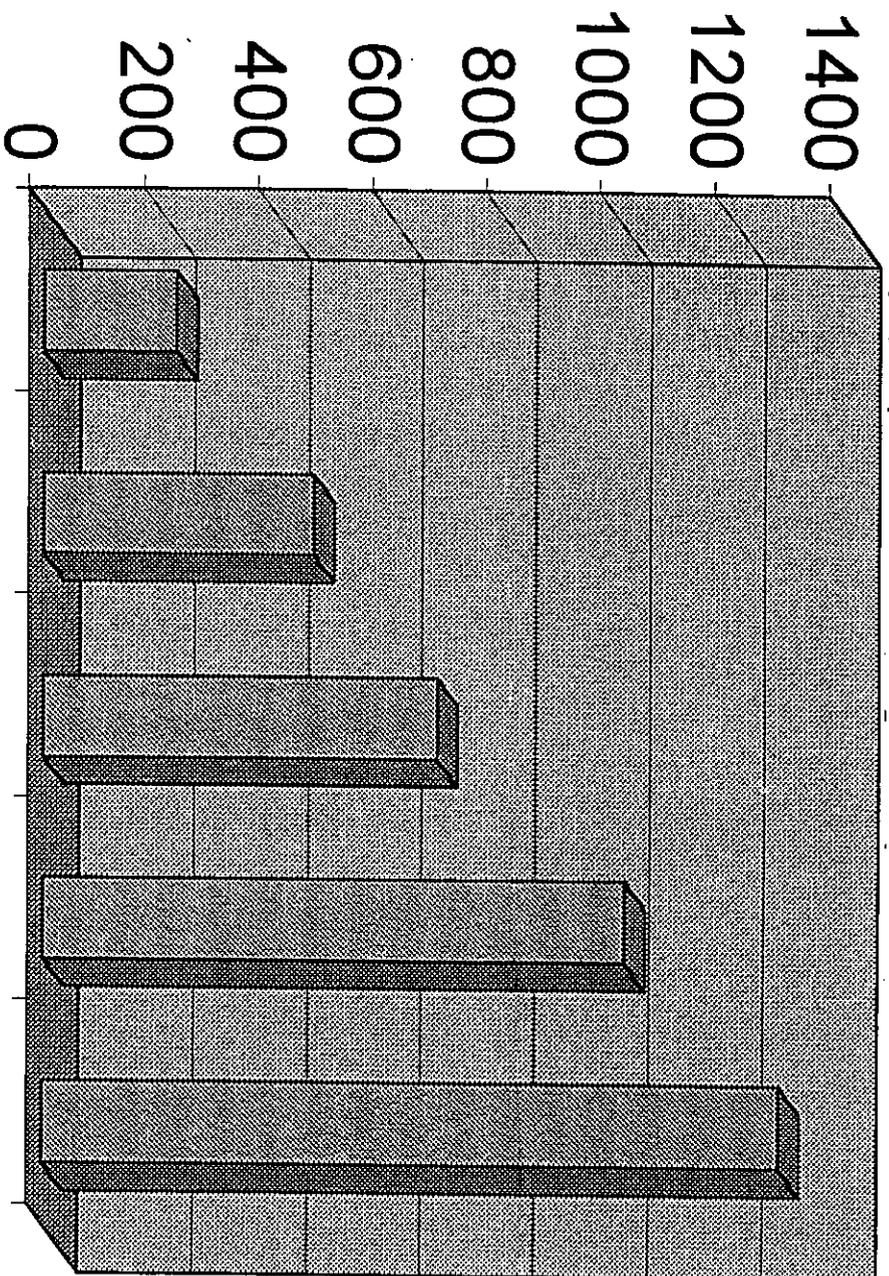
Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados meteorológicos do Distrito de Xai-Xai, 1984.

Gráfico 2. Evolução comparada da população da província de Gaza e Distrito de Xai-Xai.



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados do CNE e INE, 1999

Gráfico 3- Variação da condutividade eléctrica ao longo do rio Limpopo.

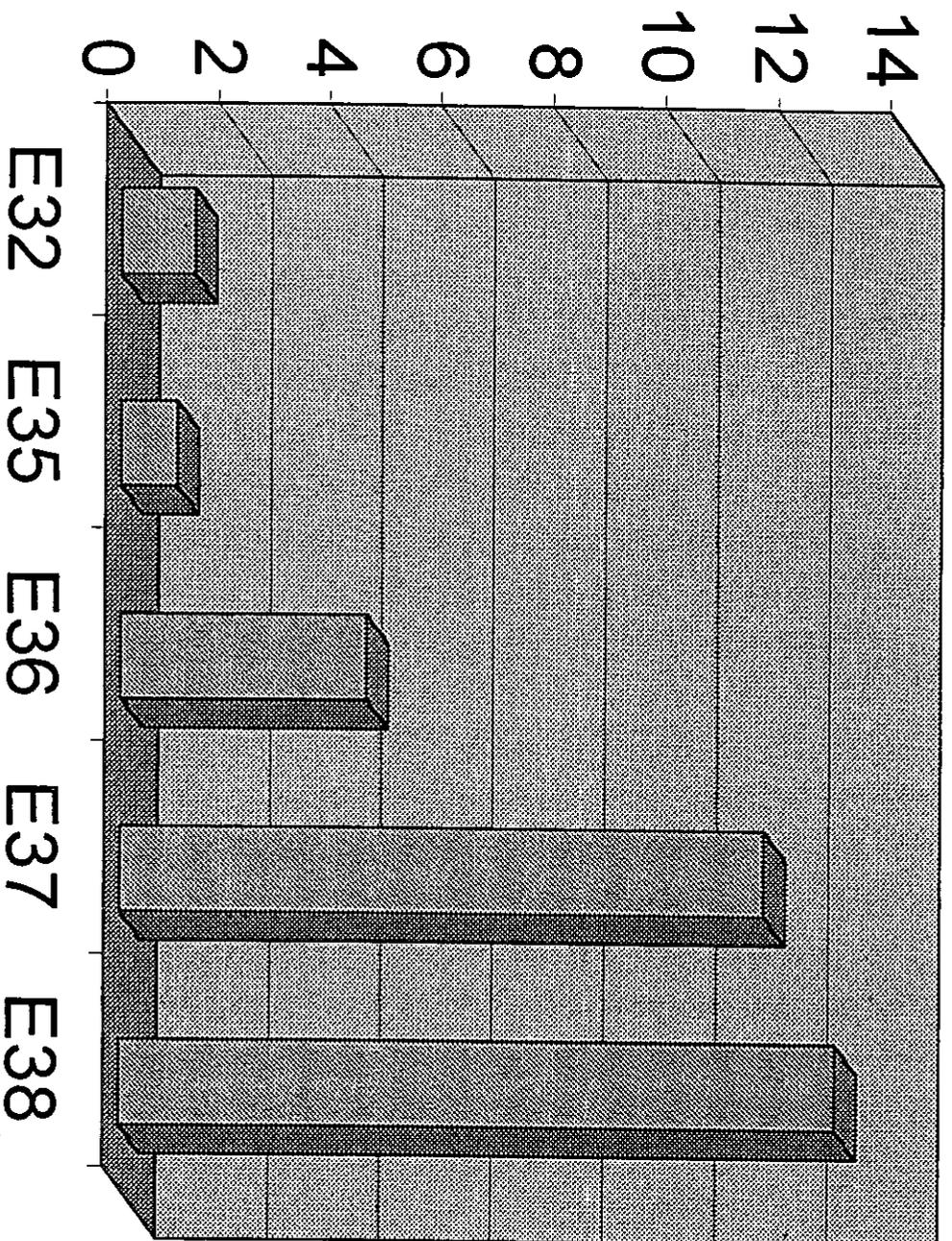


■ CE(us/cm)

E32 E37 E35 E36 E38

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados do DNA, 19...

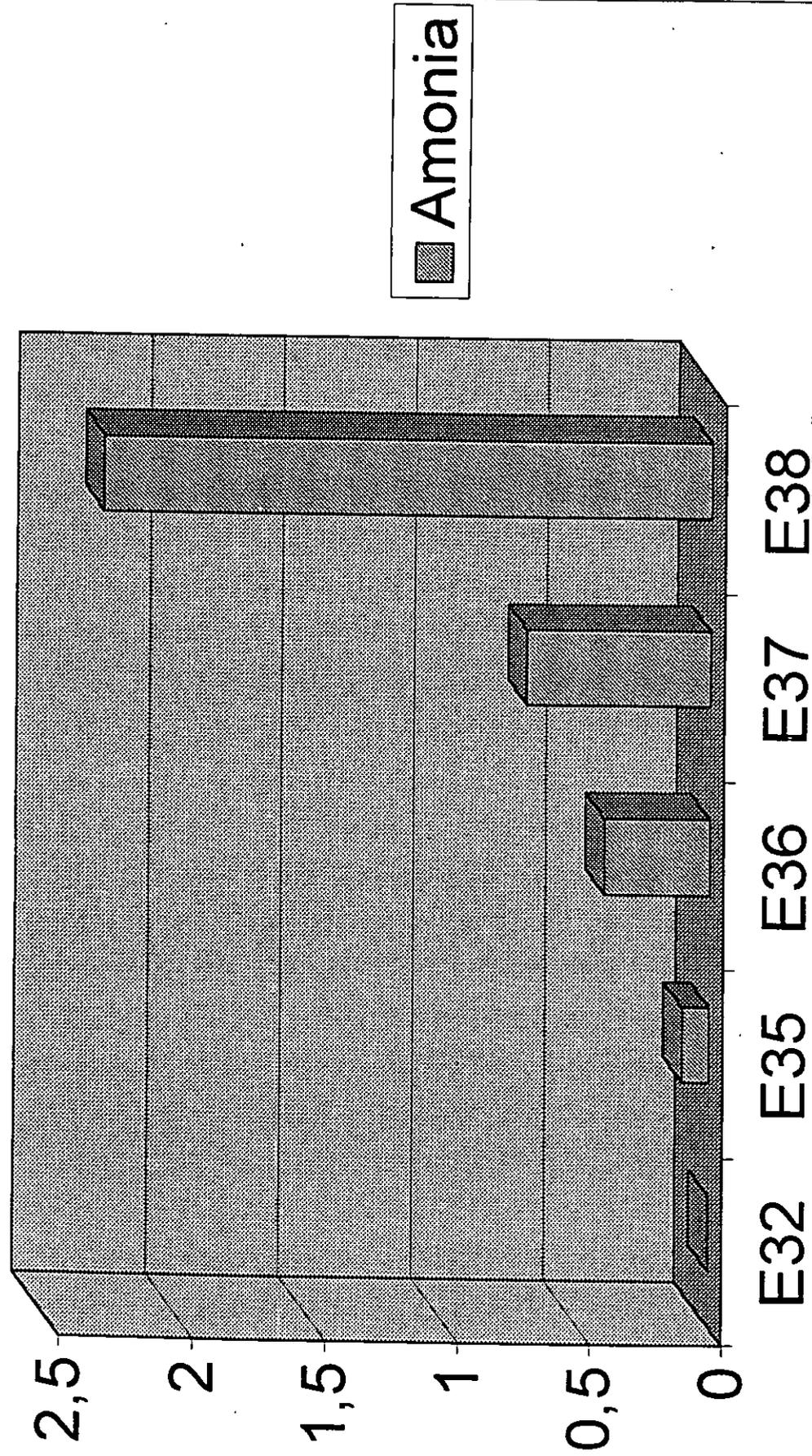
Gráfico 4- Variação do nitrogênio ao longo do rio Limpopo.



■ Nitr (mg/l)

E32 E35 E36 E37 E38
Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados do DNA, 19...

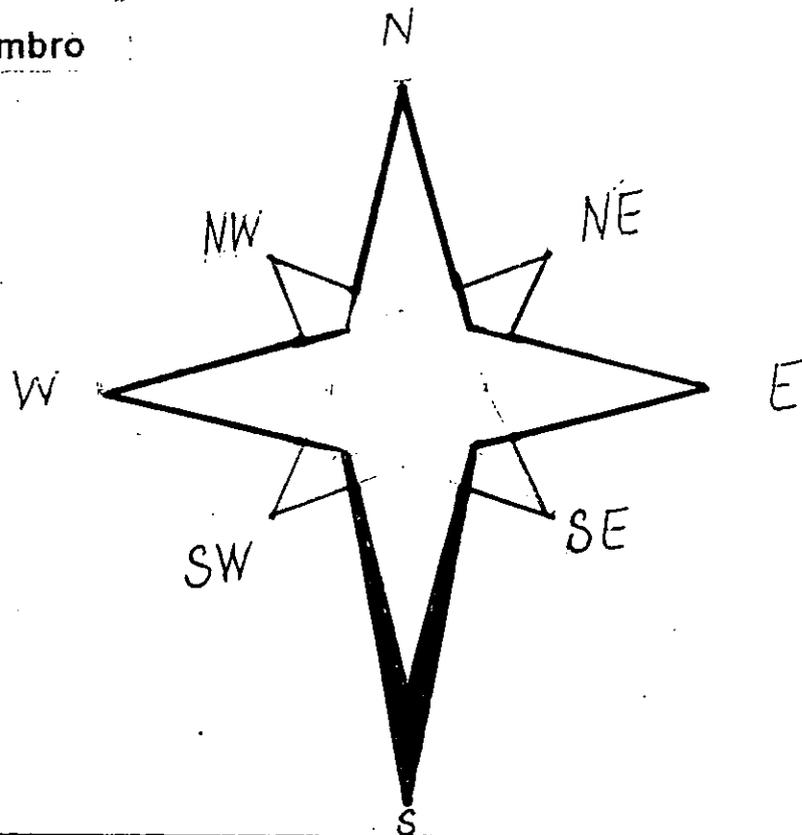
Gráfico 5- Variação da amônia ao longo do rio Limpopo.



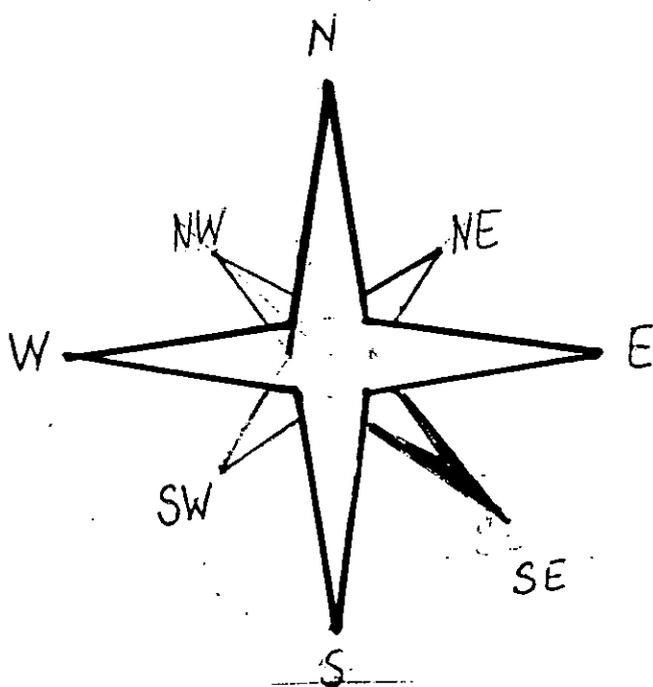
Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados do DNA, 19...

Figura 1- Direcção predominante dos ventos ao longo do ano no Distrito de Xai-Xai.

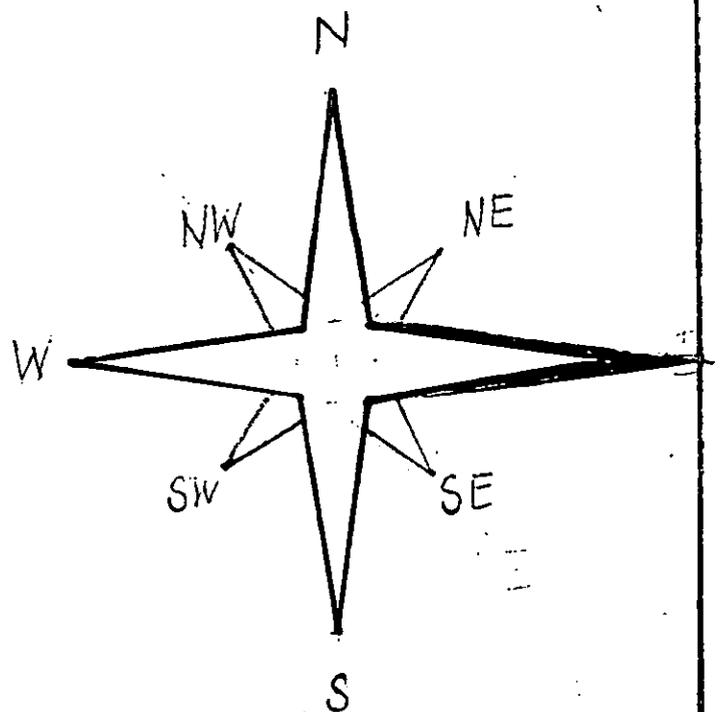
a) Março a Novembro



b) Janeiro e Fevereiro



c) Dezembro



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho com base nos dados do INAM, 1999

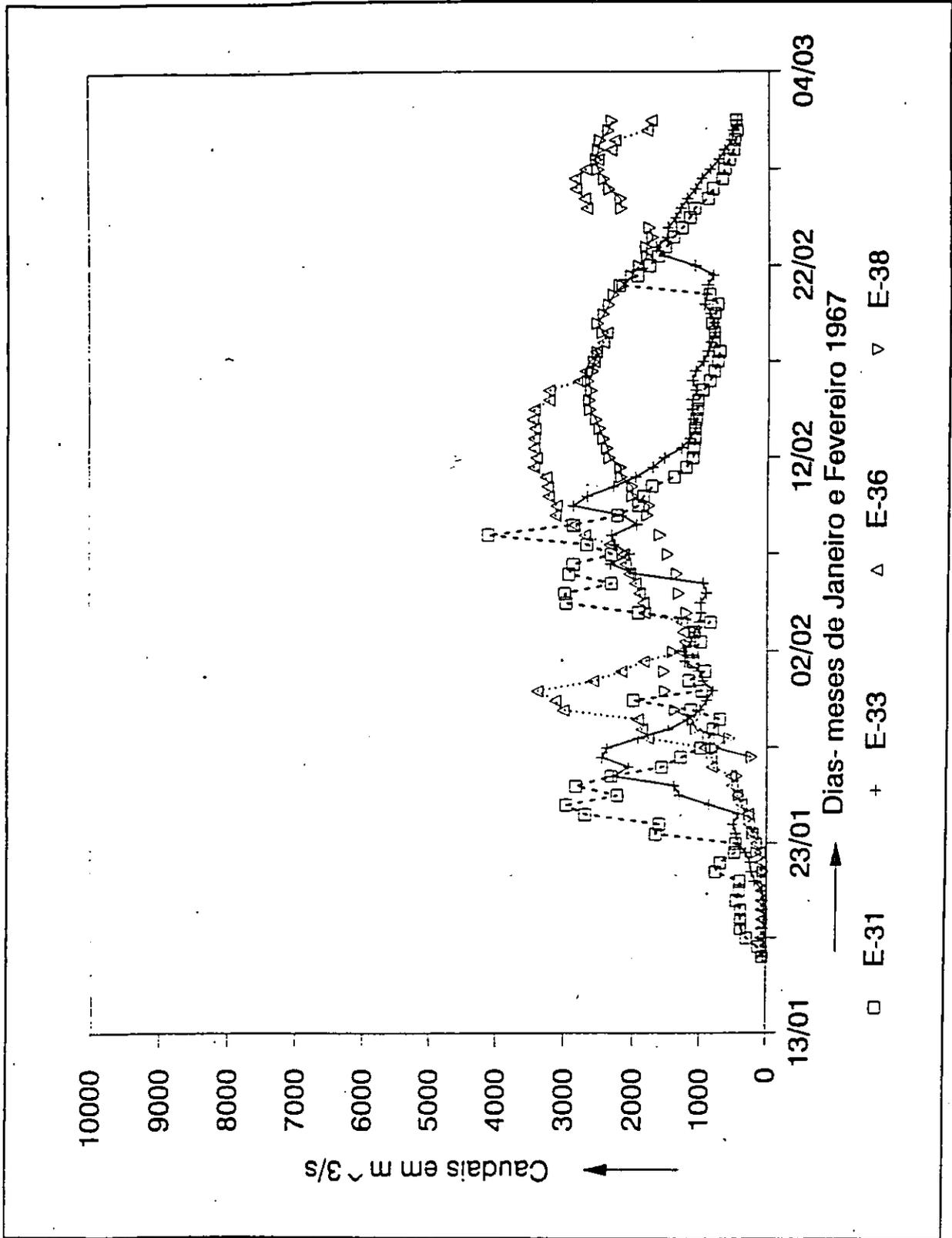


Figura 2 Hidrograma da cheia de Janeiro-Fevereiro de 1967

Fonte: ? Dr. ZANTING, 1996

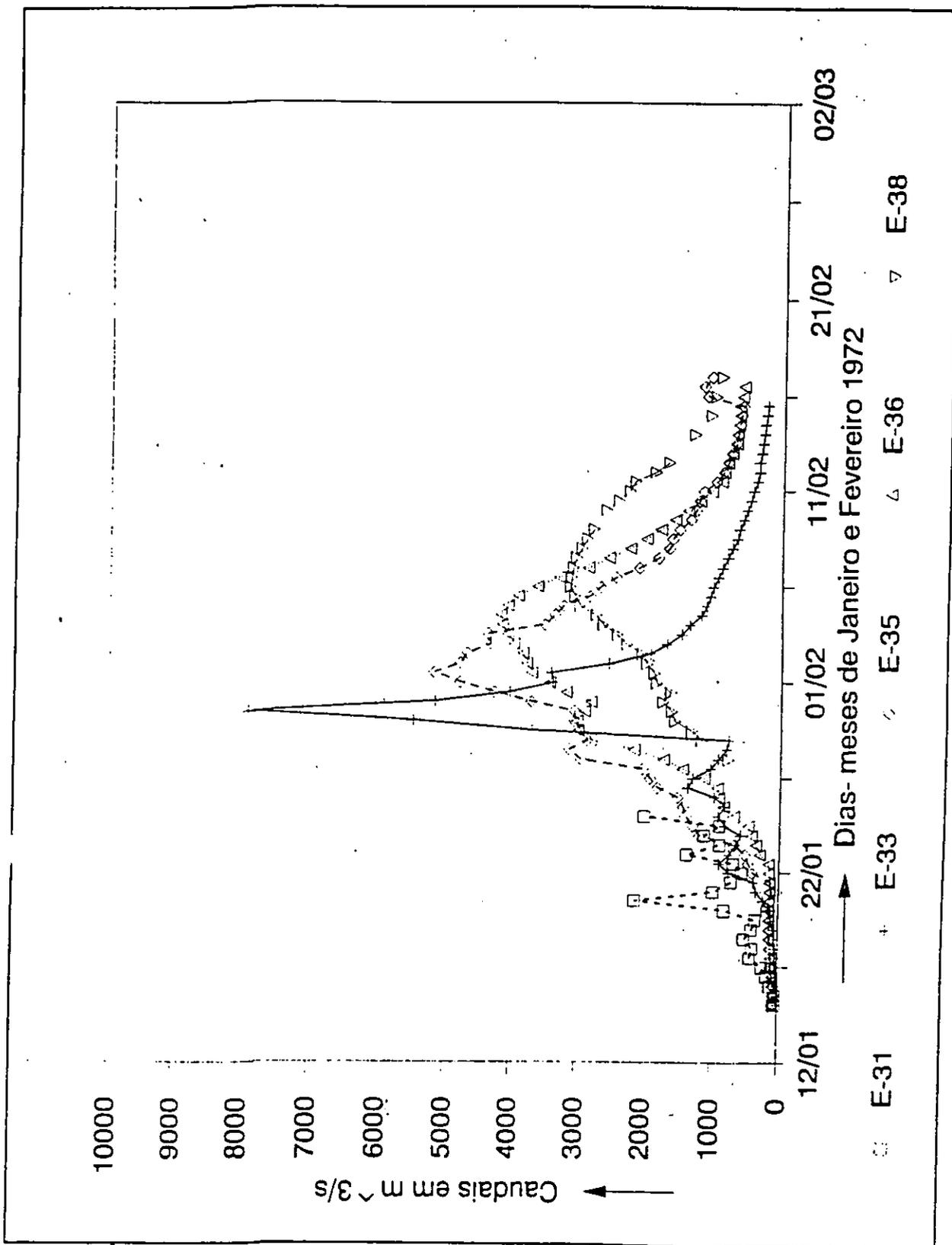


Figura 3 Hidrograma da cheia de Janeiro-Feveireiro de 1972

Fonte: [?] ZANTING, 1996

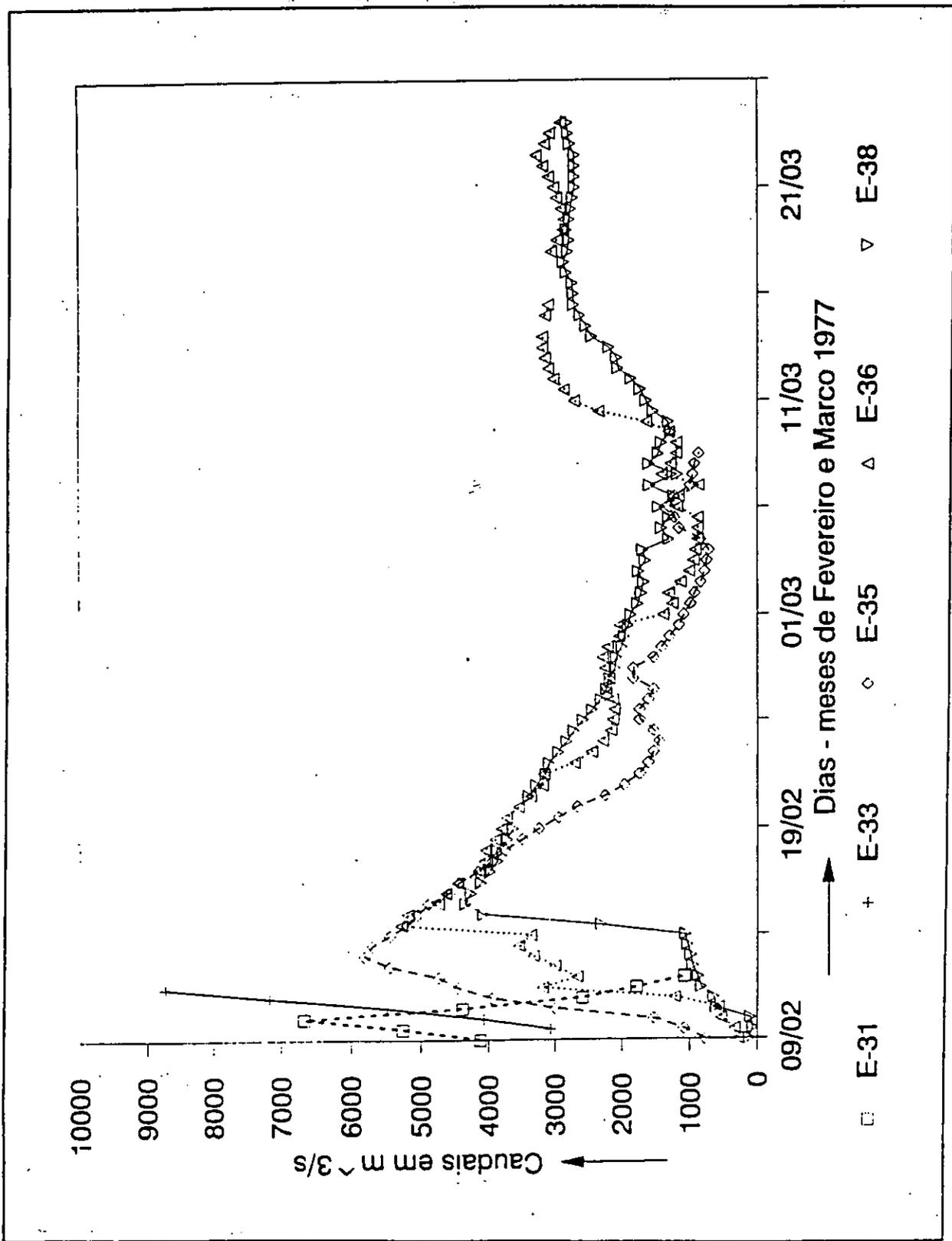


Figura 4 Hidrograma da cheia de Fevereiro-Março de 1977

Fonte: J. J. ZANTING, 1996

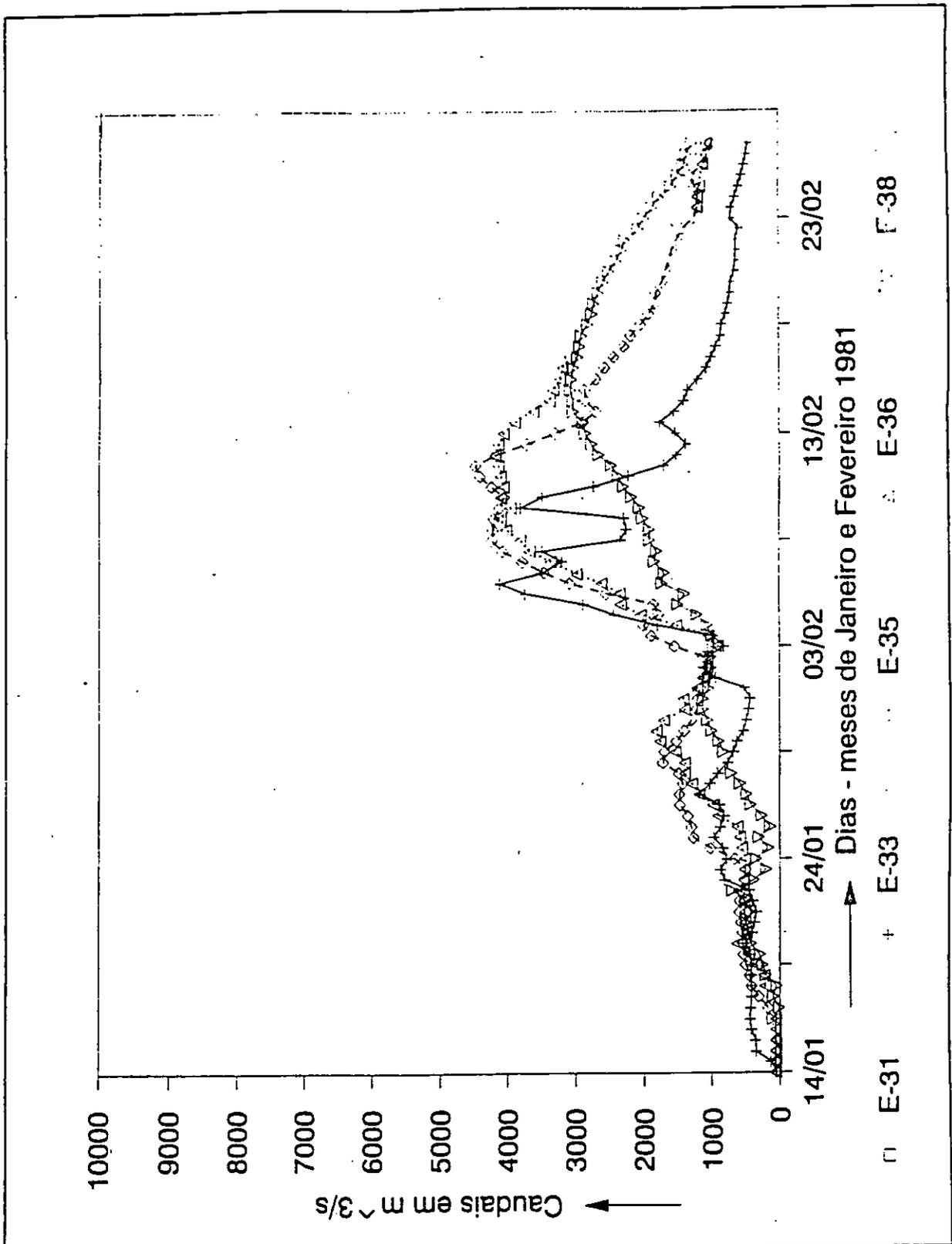


Figura 5. Hidrograma da cheia de Janeiro-Fevereiro de 1981

Fonte: ? in ZANTING, 1996