

GT-83

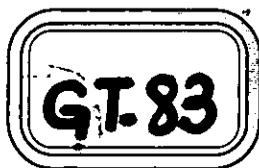


UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE LETRAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**VARIAÇÃO ESPACIAL DA EROSÃO ACTUAL NO
MUNICÍPIO DE NACALA**

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

Charfudin Nicos Jussub Sacoor



Maputo, 2003

Varição espacial da erosão actual no Município de Nacala

Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Licenciatura em **Geografia** da Universidade Eduardo Mondlane por Charfudin Nicos Jussub Sacoor

Departamento de Geografia
Faculdade de Letras
Universidade Eduardo Mondlane

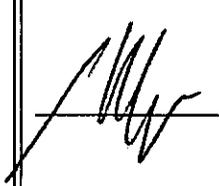
Supervisor: dr. José Rafael
Co-supervisor: dr. Paulo Covele

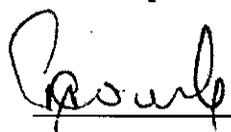
Maputo, 2003

O Júri:

O Presidente O Supervisor O Co-supervisor O Oponente

Data







16/12/03

F. LETRAS U.E.M.
R. E. 29974
DATA 18 Dezembro 03
ADQUIÇÃO aberta
COTA GT-83

Índice Geral

Declaração	i
Dedicatória	ii
Lista de siglas	iii
Lista de abreviaturas.....	iii
Lista de Mapas.....	iv
Lista de Figuras	iv
Lista de gráficos	v
Lista de tabelas	v
Agradecimentos.....	vi
Resumo	vii
Índice do texto	

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

À memória do meu saudoso pai **Jussub Sacoor**.

Lista de siglas

- CECN – Concelho Executivo da Cidade de Nacala
CMN – Concelho Municipal de Nacala
DDADR – Direcção Distrital de Agricultura e Desenvolvimento Rural
DINAGECA – Direcção Nacional de Geografia e Cadastro
DNH – Direcção Nacional de Habitação
EHU – *Erosion Hazard Unitis* (Unidades de Risco de Erosão)
GPS – *Global Position System* (Sistema de Posicionamento Global)
INE – Instituto Nacional de Estatística
INPF – Instituto Nacional de Planeamento Físico
MICOA – Ministério para Coordenação da Acção Ambiental
SARCCUS – *Southern African regional Commission for the Conservation and Utilization of the Soil* (Comissão de Conservação e Utilização de Solo da África Austral)
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SLEMSA – *Soil Loss Estimation Model for Southern Africa* (Modelo para Estimação da Perda de Solo para África Austral)
II- REGPH – Segundo Recenseamento Geral da População e Habitação
UEM – Universidade Eduardo Mondlane

Lista de abreviaturas

- Graf. – Gráfico
Fig. – Figura
Tab. – Tabela
Sdt – Sem data

Lista de Mapas

- Mapa 1: Mapa de localização da área de estudo
- Mapa 2: Mapa de relevo
- Mapa 3: Mapa de declive
- Mapa 4: Mapa de escoamento superficial
- Mapa 5: Mapa de solos
- Mapa 6: Mapa de uso e cobertura de terra
- Mapa 7: Mapa de erosão
- Mapa 8: Sobreposição do mapa 2 e mapa 7
- Mapa 9: Sobreposição do mapa 5 e mapa 7
- Mapa 10: Sobreposição do mapa 6 e mapa 7

Lista de Figuras

- Figura 1: Fluxograma de etapas para produção de mapa de erosão actual em Nacala.
- Figura 2: Corte geológico da área de estudo
- Figura 3: Diagrama sobre períodos de retorno em Nacala
- Figura 4: Fotografia- fase inicial do processo erosivo
- Figura 5: (a, b, c, d): Fotografias- ravinas
- Figura 6: Fotografia aérea- ravina
- Figura 7: Fotografia - ocupação ilegal de área de proteção
- Figura 8: Fotografia – Perigo de desabamento de casa
- Figura 9: Fotografia: Sargeta entupida por falta de manutenção

Lista de gráficos

Gráficos 1 (a ; b): Dados climatológicos

Gráfico 2a: Tipo de habitação em 1980

Gráfico 2b: Tipo de habitação em 1997

Gráfico 3: Variação percentual dos níveis de severidade

Lista de tabelas

Tabela 1: Classificação de erosão de barrancos de acordo com o sistema SARCCUS

Tabela 2: Temperaturas médias mensais em Nacala

Tabela 3: Precipitação mensal em Nacala

Tabela 4: Distribuição de culturas por hectares em Nacala

Tabela 5: População censada em Nacala em 1980

Tabela 5: População censada em Nacala em 1997

Agradecimentos

A concretização do presente trabalho foi possível graças a colaboração de pessoas singulares e instituições. Antecipadamente gostaria de desculpar-me por possíveis omissões. Assim, agradeço:

- Ao NET (Núcleo de Estudo de Terra e Desenvolvimento), pela concessão da bolsa que permitiu toda a realização da pesquisa.
- Aos meus Supervisores, dr. Paulo Covele e dr. José Rafael por sua disponibilidade, seus conselhos, e no direcionamento da pesquisa.
- Aos CMN (Concelho Municipal de Nacala) por todo apoio prestado durante a realização do trabalho de campo.
- A todos os docentes do Departamento de Geografia da Universidade Eduardo Mondlane e aos docentes visitantes que trabalharam neste Departamento que com todo mérito proporcionaram em mim momentos de muita luz que marcaram positivamente o meu percurso nesta universidade.
- Aos meus colegas do curso de Geografia, especialmente a turma de 1998/1999 que juntos nestes cinco anos trilhamos os mesmos caminhos, trocamos várias impressões e ideias e nunca deixaram de prestar o seu apoio sempre que fosse necessário.
- Aos meus familiares e amigos, especialmente a minha mãe Maimuna, minhas irmãs Anat e Fátima, meus primos Nito e Bibina, ao Adamo, Cristo, Délia, Genito, Helder, Lino, Quinzinho, Paulinho, e Vota que incondicionalmente dispensaram todo seu apoio. A todos uma vez mais, muito obrigado!

Resumo

O presente trabalho faz uma abordagem da diferenciação espacial da erosão dos solos no Município de Nacala, na Província de Nampula. O principal objectivo da pesquisa é compreender como é que a erosão se manifesta e se distribui no espaço, e quais os factores que influenciam essa distribuição geográfica.

Para a realização do trabalho fez-se uma revisão bibliográfica, interpretação cartográfica, interpretação de fotografias aéreas pancromáticas da área de estudo e um trabalho de campo para obtenção de informação suplementar.

Com base no modelo SARCCUS foi feita a estimativa da magnitude da erosão actual na área urbana, suburbana e na área rural do Município de Nacala.

O estudo permitiu constatar que a erosão não ocorre em todos os bairros ou lugares a nível da área de estudo, dada a heterogeneidade da manifestação dos factores de erosão.

Nos locais onde a erosão ocorre, ela é dinamizada pelas condições físico-naturais desses mesmos locais que são propensas a erosão dos solos (relevo acidentado, declives acentuados, solos arenosos sem estrutura e fraca cobertura vegetal). A par das condições físico-naturais, esta situação é acentuada pela acção humana, através das suas actividades sócio-económicas.

A pesquisa constatou também que nas áreas afectadas pela erosão, a magnitude desta não é homogeneia. A erosão é mais preocupante nos bairros suburbanos (Mocone, Triângulo, Ribaué, Muzuane e Matola) localizados na pendente ocidental onde os níveis de severidade variam entre erosão moderada à erosão muito severa que nos bairros localizados na parte central, na pendente oriental e na área urbana.

ÍNDICE

CAPITULO I: ASPECTOS INTRODUTÓRIOS	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.2. OBJECTIVOS.....	3
1.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
1.3.1. <i>Material</i>	3
1.3.2. <i>Metodologia</i>	3
i) Revisão de bibliografia.....	3
ii) Elaboração do mapa de erosão actual.....	4
iii) Trabalho de campo.....	6
iv) Processamento e representação de dados.....	6
1.4. PRESSUPOSTO.....	7
1.5. MOTIVAÇÃO.....	7
1.6. LOCALIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO ADMINISTRATIVO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO TEÓRICO	10
2. CONCEITOS, CLASSIFICAÇÃO E FACTORES DE EROSÃO	10
2.1. TIPOS DE EROSÃO.....	10
2.2. EROSÃO HÍDRICA.....	11
2.2.1. <i>Erosão por gota</i>	11
2.2.2. <i>Erosão laminar</i>	11
2.2.3. <i>Erosão em sulco</i>	12
2.2.4. <i>Erosão em ravinas</i>	12
2.2.5. <i>Erosão em canais</i>	13
2.3. FACTORES QUE AFECTAM A EROSÃO HÍDRICA.....	13
2.3.1. <i>Clima</i>	13
2.3.2. <i>Solos</i>	13
2.3.3. <i>Vegetação</i>	14
2.3.4. <i>Topografia</i>	15
2.4. ESTUDOS SOBRE A EROSÃO REALIZADOS EM NACALA.....	15
2.5. MODELO SARCCUS.....	17
CAPÍTULO III: ÁREA DE ESTUDO	19
3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA	19
3.1. GEOLOGIA.....	19
3.2. GEOMORFOLOGIA.....	22
3.3. CLIMA.....	23
i) Temperatura.....	24
ii) Precipitação.....	24
3.4. HIDROLOGIA.....	26
3.5. SOLOS.....	27
3.5.1. <i>Solos arenosos amarelados (AA)</i>	27
3.5.2. <i>Solos de mananga (M)</i>	27
3.5.3. <i>Solos dunas costeiras amareladas (DC)</i>	27
3.5.4. <i>Solos de aluviões estratificados de textura grossa ou média (FS)</i>	28

3.5.5. Solos pouco profundos sobre rocha não calcária (WP)	28
3.5.6. Solos basálticos pretos (BP).....	28
3.6. USO E COBERTURA DA TERRA.....	29
3.6.1. Tipo de cobertura da terra	29
3.6.2. Uso do solo.....	30
AMENDOIM.....	31
3.7. POPULAÇÃO E CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	35
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	35
4.1. MAPA DE EROÇÃO ACTUAL.....	35
4.2. FACTORES DE EROÇÃO DOS SOLOS EM NACALA	38
4.2.1. <i>Clima</i>	38
4.2.2. <i>Relevo</i>	39
4.2.3. <i>Solos</i>	39
4.2.4. <i>Vegetação</i>	40
4.2.5. <i>Acção humana</i>	40
4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS	43
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	46
5.1. CONCLUSÕES	46
5.2. MEDIDAS QUE VISAM A REDUÇÃO OU MITIGAÇÃO DA EROÇÃO ACTUAL	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	
ANEXO A – MAPAS	
ANEXO B – FIGURAS	
ANEXO C – GRÁFICOS	
ANEXO D - TABELAS	

CAPITULO I: ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

1. Introdução

Em Moçambique o problema de erosão afecta a maioria das cidades e vilas. Esta situação, que ainda está longe de ser controlada tem preocupado as autoridades locais. As cidades de Maputo, Maxixe, Chibuto, Nacala e Vilankulos são exemplos de algumas áreas no nosso país a enfrentar este tipo de problema (Pereira & Macia, 2002: 98).

Segundo MICOA (2000:10) a situação actual nos centros urbanos ou nas suas zonas de influência directa é resultado do conflito armado outrora registado e os desequilíbrios entre o campo e a cidade que levaram e continuam a traduzir fluxos migratórios do tipo campo cidade que segundo as previsões poderão acentuar cada vez mais devido as mudanças económicas.

Este aumento da população nos meios urbanos, faz-se acompanhar por uma série de problemas destacando-se a pressão sobre os recursos naturais, infraestruturas sociais, a exiguidade do espaço, e a “ruralização” da cidade através da transferência dos hábitos do campo para a cidade.

Como resultado, verifica-se a ocupação de zonas ecologicamente frágeis como por exemplo as áreas pantanosas, as encostas, para além do desflorestamento. Esta acção da população sobre o meio tem várias consequências, dentre as quais o fenómeno da erosão que geralmente se alia a deficiência ou a falta de um sistema de drenagem eficiente na maioria das cidades (MICOA, 2000:12).

É neste contexto, sobre a erosão em áreas urbanas, que se aborda o processo da erosão hídrica no Município de Nacala que segundo Pastuk (1993:16) é função da urbanização acelerada e não planeada, associada ao desmatamento das áreas florestadas.

INPF (1985:8) salienta que durante a década de 1970 as encostas dos bairros de Mocone, Triângulo, Ribaué e Tielela em Nacala foram ocupadas por pessoas atraídas pelas actividades económicas urbanas numa forma ordenada e não ordenada. Segundo a mesma fonte, esta ocupação, que não foi acompanhada com medidas de protecção, originou problemas de erosão.

Em 1982, Nacala ficou paralizada devido à erosão dos solos: instalações e equipamentos económicos soterrados, estradas e caminhos de ferro cortados, condutas de água, edifícios e moradias danificadas (INPF, 1985:8).

Pereira & Macia (2002:97) salientam que os impactos sociais, económicos e ecológicos da erosão dos solos nas cidades são preocupantes e a inversão desta situação é dependente do controlo e monitoria que se puder dispensar ao problema de erosão do solo.

Neste trabalho, com o tema variação espacial da erosão actual no Município de Nacala pretende-se analisar a variação espacial deste fenómeno. O trabalho baseou-se na avaliação bibliográfica, interpretação cartográfica e de fotografias aéreas para o mapeamento da erosão, como também na informação obtida no campo. O estudo identificou a magnitude da erosão, os factores que concorrem para o dinamismo do processo erosivo e influenciam na variação espacial deste fenómeno a nível da área de estudo. Também, a pesquisa estabeleceu algumas medidas que visam minimizar o cenário actual.

1.2. Objectivos

Geral:

Analisar a distribuição da erosão actual no Município de Nacala, caracterizando o processo erosivo e seus factores na perspectiva de contribuir para mitigação do problema.

Específicos:

- Produzir um mapa de distribuição da erosão actual no Município de Nacala;
- Identificar os factores que explicam a diferenciação espacial da erosão no Município de Nacala;
- Propor medidas visando a mitigação do problema de erosão na área de estudo.

1.3. Material e Métodos

1.3.1. Material

Para a elaboração do trabalho foi necessário recorrer-se ao material bibliográfico (artigos, livros, revistas e relatórios), cartográfico (mapas topográficos 1:50 000, mapa de uso e cobertura de terra 1: 250 000 e carta de solos 1: 1000 000) e a material aerofotográfico (fotografias aéreas pancromáticas 1: 20 000 de 1992). A par destes, a pesquisa necessitou de material tais como um computador com capacidade e *softwares* de SIG (Arcview 3.2, Arcmap 8.1 e Mapinfo 6.5), um receptor de GPS (Garmin V), dois estereoscópios sendo, um de lentes simples e outro de espelhos e um *scanner*.

1.3.2. Metodologia

Para a concretização dos objectivos acima traçados o trabalho obedeceu os seguintes procedimentos metodológicos:

i) Revisão de bibliografia

Nesta etapa fez-se o levantamento e a avaliação da informação bibliográfica dos aspectos teóricos ligados ao conceito e ao fenómeno de erosão, o modelo de

mapeamento da erosão (SARCCUS), informação relacionada com aspectos histórico-geográfico da área de estudo e estudos sobre a erosão realizados em Nacala. As obras consultadas constam na lista de referências bibliográficas e destacam-se como principais autores Pirhonen (1991, 1996), Schwab et al (1981) Van Dijk (1996, 1997) e Whitlow (1986, 1988, 1990).

ii) Elaboração do mapa de erosão actual

Para produção do mapa de erosão actual recorreu-se ao modelo SARCCUS, baseando-se numa interpretação minuciosa de 3 pares de amostras de fotografias aéreas pancromáticas à escala 1:20,000, de 1992, que cobrem, respectivamente 3 espaços diferentes (urbanizado, semiurbanizado e rural) seleccionados com ajuda de mapas topográficos, mapa de uso e cobertura da terra e do conhecimento que o autor deste trabalho tem sobre a área de estudo.

Os 3 pares de estereofotos foram escaneados, o que permitiu fazer várias manipulações como a ampliação, georeferenciamento, colocação de grelhas, sobreposição de mapas e a elaboração do mapa final de erosão.

Para o levantamento das unidades de mapeamento e os níveis de severidade de erosão no terreno, foram elaborados esboços fotográficos (foto-mapas) ampliados a escala 1:5000 em papel A3 que posteriormente foi sobreposta uma grelha quadrangular de quadrículas de 2cm de lado.

No “gabinete” com recurso a estereoscópios fez-se um pré levantamento dos objectos de mapeamento em função de 5 níveis de ocorrência de erosão que foi posteriormente ajustado durante o trabalho de campo.

Os resultados destes esboços serviram para elaboração do mapa final de erosão produzido num computador com recurso a *softwares* Arcview 3.2, Arcmap 8.1 e

Mapinfo 6.5 do Sistema de Informação Geográfica (SIG) que de forma automática sobrepõe uma grelha quadriculada georeferenciada (UTM) sobre as fotografias também georeferenciadas. Assim, os dados contidos nos esboços foram novamente analisados e seguidamente transferidos para a base digital com os seus respectivos atributos fornecendo também uma informação estatística.

O mapa final que representa a situação da erosão actual é resultado da agregação dos objectos de mapeamento no formato de grelha, representando os níveis de erosão em 5 classes (erosão não aparente, erosão insignificante, erosão moderada, erosão severa e erosão muito severa).

O fluxograma da Fig. 1 resume as principais etapas estabelecidas no processo de mapeamento da erosão actual.

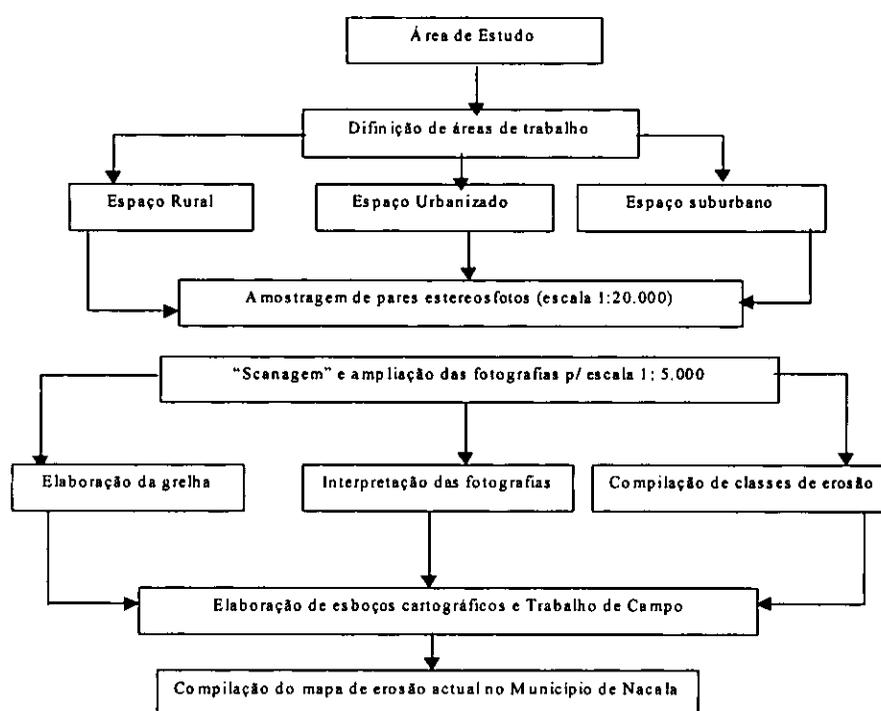


Figura 1. Fluxograma de etapas para produção de mapa de erosão actual em Nacala.
 Fonte: Adaptado do Whitlow (1988) pelo autor.

iii) Trabalho de campo

Para complementar o “trabalho de gabinete” foi desenvolvido um trabalho de campo, para verificar em “in loco” as características físicas da área e ajustar os esboços dos fotomapas. Também, com ajuda de um receptor do *Global Position System* (GPS) colheu-se dados que de forma precisa permitiu georeferenciar as fotografias aéreas. O trabalho de campo permitiu também fotografar cenários que pudessem clarificar melhor alguns aspectos tratados ao longo do texto, e por último, serviu para obter informação junto dos técnicos do Conselho Municipal de Nacala (CMN) e população local através entrevistas “não estruturadas”.

iv) Processamento e representação de dados

Para o processamento e representação dos dados foi utilizado dois tipos de *softwares* para dados espaciais e não espaciais.

Os dados não espaciais foram processados no ambiente Excell e representados em forma de gráficos e tabelas. Por outro lado, os dados espaciais foram processados em três *softwares* de SIG (Arcview 3.2, Arcmap 8.1 e Mapinfo 6.5), tendo como principais operações o georeferenciamento (mapas topográficos e fotografias aéreas), intersecção (polígono da área de estudo com a Carta de uso e cobertura de terra e a Carta de solos de Moçambique 1:1000.000), sobreposição (mapa de erosão com mapas de relevo, solo e uso e tipo de cobertura de terra) e a digitalização (mapas topográficos e fotografias aéreas). Os dados espaciais foram representados em forma de mapas (relevo, declive, fluxo superficial, solos, uso e cobertura de terra e erosão actual).

1.4. Pressuposto

O fenómeno de erosão no Município de Nacala não ocorre de igual maneira nos diferentes bairros ou lugares. Pressupõe-se, também, que as causas deste fenómeno variam no espaço.

Assim, estabelecem-se as seguintes questões de partida:

- Onde é que há erosão em Nacala? Porquê?
- Que medidas adoptar para conter, reduzir ou eliminar o fenómeno?

1.5. Motivação

O interesse pelo estudo da variação espacial da erosão no Município de Nacala, surgiu da consciência do autor deste trabalho sobre o problema da erosão actual que pode anular os esforços de uma gestão ambiental sustentável no Município. O estudo prende-se com o facto de querer responder a pergunta “Onde é que há erosão no Município de Nacala?”.

A escolha do Município de Nacala como área de estudo deve-se ao facto de este ser um dos Municípios onde o problema da erosão é considerado bastante dramático, e é reactivamente mais reportado, em relação a outros Municípios como os de Angoche, Monapo, Ilha de Moçambique, Nampula, Maxixe, Quelimane, Tete, Xai-xai, e Chimoio que são também afectados por este problema (MICOA, 2000: 12 & Macia, 2001:2).

1.6. Localização e enquadramento administrativo da área de estudo

A área de estudo é o Município de Nacala. Este situa-se a Nordeste da província de Nampula, numa península localizada entre os paralelos 14° 24' e 14° 41' Sul e os Meridianos 40° 30' e 40° 51'. O território deste Município cobre uma área de 400Km (CMN, 2002:1) (Mapa.1).

O Município de Nacala é limitado a Norte pela Baía de Naherenque e a Sul pelos distritos de Mussuril e Nacala-a-Velha, através do rio Napacala e a estrada Nacional nº 8. A Este faz limite com o Oceano Índico, distrito de Mossuril e pela baía de Quissimajulo e rio Nipululo enquanto que a Oeste faz limite com a Baía de Maiaia.

Em termos administrativos, o Município de Nacala apresenta dois postos, Mutiva e Muanona com os seguintes bairros: Bloco I, Chivato Lile, Janga, Maiaia, Mathapué, Mahelene, Matola, M'paco, Mupete, Mutiva, Mocone, Muanona, Murrupelene, Muzuane, Naherenque, Nauaia, Namicuto, Ontupaia, Quissimajulo, Ribaué e Triângulo (CMN, 2002:1)

CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2. Conceitos, classificação e factores de erosão

Os principais aspectos a serem tratados neste ponto são: os tipos de erosão, a erosão hídrica e os factores que afectam a erosão hídrica.

2.1. Tipos de erosão

O fenómeno de erosão dos solos não possui um conceito universal, pois varia de autor para autor. Para o presente trabalho será adoptado o conceito estabelecido por Van Dijk (1997:3) que define a erosão como o processo de separação e transporte de partículas do solo pela água ou vento de um sítio para outro.

Contudo, há que destacar dois principais tipos de erosão, a geológica e a provocada pelo Homem.

A erosão geológica inclui a formação do solo como também o processo erosivo que mantém o solo em equilíbrio favorável, apropriado para o crescimento da maior parte das plantas. Este tipo de erosão contribui para a distribuição dos solos na superfície terrestre (Ibid, 1981:92).

A erosão provocada pelo Homem inclui a desagregação do solo através de uma remoção acelerada de partículas minerais e orgânicas tornando os solos impróprios com o passar dos anos como também na degradação da vegetação natural. Este tipo de erosão é causado principalmente pela água e pelo vento, envolvendo as forças de ataque, que removem e transportam as partículas do solo, e as forças de resistência que retardam a erosão (Schwab et al. 1981:92).

De acordo com Van Dijk (1997:3) a erosão acelerada está associada com mudanças na cobertura natural e (ou) nas condições do solo. O mesmo autor afirma que este tipo de erosão geralmente tem lugar por causa das actividades do Homem, por exemplo a

aplicação de práticas agrícolas não apropriadas como o corte e a queima descontrolada da vegetação.

2.2. Erosão hídrica

De acordo com Duarte (1992) a erosão hídrica é resultado da energia desenvolvida pela água quando cai sobre a superfície da terra e escoar nessa mesma superfície.

Dentro da erosão hídrica podem ser identificadas as seguintes formas de erosão: por gota, laminar, em sulco, em ravinas e em canais (Ibid., 1992).

2.2.1. Erosão por gota

A erosão por gotas (*splash erosion*) é resultado do impacto directo das gotas de chuva nas partículas do solo ou em finas camadas de água superficial provocando turbulência que por sua vez permite uma grande capacidade de transporte de sedimentos (Schwab et al. 1981:94).

A energia das gotas faz com que os elementos estruturais do solo se desintegram e as partículas arrancadas e espalhadas em todas direcções, essencialmente pelo declive abaixo, entupindo assim os poros do solo e reduzindo a capacidade de infiltração (Van Dijk, 1997:3).

2.2.2. Erosão laminar

A erosão laminar (*sheet erosion*) é idealizada como uma remoção uniforme de solo em camadas delgadas. O poder de erodibilidade e de transporte das camadas pela corrente é função da quantidade e da velocidade do escoamento superficial para o tamanho, a forma, e densidade das partículas ou agregados de solo (Schwab et al. 1981:94). Por outro lado, Van Dijk (1997:3) refere que a erosão laminar ocorre quando a infiltração é reduzida, estimulando o aumento do escoamento superficial.

2.2.3. Erosão em sulco

Erosão em sulco (*rill erosion*) é a remoção do solo pela água por pequenos (menor que 30 cm) mais bem definidos canais quando o fluxo de água é superficial. Convencionalmente erosão em sulco ocorre quando esses canais passam a ser suficientemente largos e estáveis e podem imediatamente ser identificados (Schwab et al. 1981:96).

2.2.4. Erosão em ravinas

A erosão em ravinas (*gully erosion*) produz canais mais largos que a erosão em sulcos. Estes canais (maior que 30cm) transportam água durante e imediatamente após as chuvas, e distinguem-se dos sulcos por não desaparecer com o passar dos anos (Schwab et al. 1981:96).

De acordo com Morgan (1996:19) as ravinas estão quase sempre associadas com a erosão acelerada, e por conseguinte, com a instabilidade do meio ambiente. O mesmo autor refere que a principal causa de formação de ravinas é o excesso de água, a condição como é transportada ou em caso de mudanças climáticas ou alterações no uso do solo.

O grau da erosão em ravinas depende primeiramente do escoamento superficial que é função da água precipitada, área drenada, características do solo, o alinhamento, tamanho e forma da ravina e o relevo. As ravinas desenvolvem-se por processos que podem ocorrer simultaneamente ou durante períodos diferentes de crescimento. Estes processos compreendem 4 estágios: (1) erosão em canais através de uma limpeza descendente da camada superficial do solo, (2) movimento superficial da crista da ravina e alargamento da ravina em largura e profundidade, (3) início da estabilização com crescimento da vegetação nos canais, e (4) estabilização das ravinas com desenvolvimento de nova camada superficial do solo (Schwab et al. 1981:96/97).

2.2.5. Erosão em canais

De acordo com Schwab et al (1981: 98) a erosão em canais consiste na remoção de solos nas margens dos cursos de água ou o movimento do solo dentro do canal. O mesmo autor, salienta que esta forma de erosão difere da erosão em ravinas principalmente porque os cursos de água têm quase sempre uma corrente contínua e um declive reactivamente plano, enquanto que a erosão em ravinas ocorre em linhas de água intermitentes perto da extremidade superior das nascentes tributárias.

A ocorrência desta forma de erosão é influenciada pela velocidade e direcção do fluxo, profundidade e largura do canal e a textura do solo (Ibib, 1981:98).

2.3. Factores que afectam a erosão hídrica

De acordo com Schwab et al. (1981:92) os factores que afectam a erosão hídrica são, clima, solos, vegetação e topografia.

2.3.1. Clima

Os factores climáticos que afectam a erosão são a precipitação, temperatura, vento, humidade, e a radiação solar. A temperatura e o vento afectam a evaporação e a transpiração. O vento também afecta na mudança de velocidade das gotas de chuva e no ângulo de impacto. A humidade e a radiação solar actuam isoladamente e associados a temperatura.

A precipitação afecta consoante a quantidade, energia, intensidade, distribuição (temporal e espacial) e erosividade (Schwab et al. 1981).

2.3.2. Solos

As propriedades físicas do solo afectam a capacidade de infiltração e a quantidade em que pode ser dispersado e transportado. Das propriedades que influenciam a erosão inclui-se a textura do solo, estrutura, matéria orgânica, humidade e densidade ou

compactação como também as características químicas e biológicas do solo (Schwab et al. 1981:93).

Tomando em conta as propriedades físicas dos solos podem ser distinguidas duas variáveis fundamentais que controlam a erosão causada pelo escoamento da água: a erodibilidade e a erosividade do material.

Erodibilidade define-se por resistência da terra contra erosão e transporte do solo. Ela pode ser expressada como a inter-relação do tamanho da partícula e a velocidade de escorrência (Hjulström¹ citado por Nordsström, 1988:4).

Por outro lado, a erosividade pode ser considerada como a resistência de um material não consolidado em função da pressão de uma força natural (água) e é dependente da fricção e coesão desse mesmo material (Nordström, 1988:4).

Pirhonen, 1996:8 afirma que a humidade da terra aumenta a erosividade quando a capacidade de infiltração da terra está ultrapassado, causando geralmente o escoamento superficial.

2.3.3. Vegetação

O maior efeito da vegetação está ligado a redução da erosão através da interceptação da precipitação absorvendo a energia das gotas de chuva e reduzindo o escoamento superficial, retardamento da erosão pela redução da velocidade superficial, retenção do movimento de solos, melhoramento da agregação e porosidade do solo através de raízes e resíduos de plantas, aumento da actividade biológica e aumento da transpiração que reduz a humidade do solo aumentando a capacidade de armazenamento (Schwab et al. 1981:93).

¹ HJULSTRÖM, F. Studies of morphological activity of rivers as illustrated by River Fyris. Bull. Of the Geo. Inst. Upsalla, Vol. XXV, Uppsala, Sweden, 1935.

2.3.4. Topografia

A erosão manifesta-se principalmente em função do declive. De acordo com Morgan (1996:34) o gradiente do declive e o seu comprimento afectam a quantidade e a velocidade do escoamento superficial.

Assim, verifica-se uma remoção e transporte de sedimentos pelo declive abaixo resultando daí problemas sérios de erosão, Schwab, (1981:94).

O declive influencia também o impacto das gotas de chuva no solo, afecta a radiação solar, providência locais de infiltração de água e deposição de sedimentos e concentração da escorrência superficial (Nordström, 1988:13).

2.4. Estudos sobre a erosão realizados em Nacala

Segundo Pirhonen (1996:18) a erosão em Nacala é do tipo acelerada, causada pelos assentamentos populacionais em valas, encostas, ravinas e junto das bacias de descarga. A mesma fonte adianta que a perda do solo neste tipo de erosão é total e irreversível. Pois, estudos feitos em dois locais no bairro Triângulo (zona legal com 33,7ha e zona ilegal com 20,9ha) estimaram perdas de solo de 288t/ha/ano e 581t/ha/ano respectivamente.

De acordo com INPF (1985:9) a ocupação destas zonas com casas, cultivos, caminhos, destroi a vegetação que cobria os solos, sem criar outros tipos de protecção, ou deixando sem manutenção os sistemas de controlo das águas das chuvas.

Van Dijk (1996:2) concluiu que por causa da grande densidade populacional, existem em Nacala superfícies impermeáveis (telhados das palhotas e chão compactado) que causam um alto nível de escoamento superficial, que por sua vez provoca a erosão.

De acordo com a mesma fonte concorrem também para o agravamento da erosão a extracção descontrolada de material de construção nos bairros e a falta de manutenção das ruas e do sistema de drenagem da cidade.

Pirhonen (1996:8) considera que a nível da área de estudo a erodibilidade é alta porque os solos são maioritariamente formados por areias finas e fracas com reduzida presença de carbono orgânico (abaixo de 3,5%).

Hudson (1986:5), concluiu que depois de experiências em África uma intensidade de 25mm/h poderá ser usado como valor limiar acima do qual a precipitação passa a erodir.

Tomando em consideração o parâmetro estabelecido pelo autor anteriormente referido, Pirhonen (1996:8) concluiu que em Nacala a erosividade varia de moderada a alta uma vez que a precipitação ultrapassa os 50mm/h.

Segundo INPF (1985:9) a nível da área estudo as águas de chuva escorrem com força nas grandes pendentes das encostas arrastando as areias soltas, e abrindo ravinas cada vez mais profundas.

A inclinação da encosta, determina a velocidade e o caudal da água. Os grãos desprendidos do solo transportam-se facilmente com a água nas encostas inclinadas, resultando o fluxo cumulativo da água e areia suspensa. Quanto maior for a inclinação maior será o poder de erosão, (Pirhonen, 1996:8). De acordo com a mesma fonte, a velocidade média da água em Nacala é de 0,5m/s.

Em solos arenosos as velocidades que causam erodibilidade tem lugar quando a inclinação do relevo é superior a 5%. Para o caso da área de estudo de acordo com Pirhonen (1996:8) a inclinação média é de 5%. Porém na vertente ocidental a inclinação varia de 7 a 20%.

Pirhonen (1996:9), citando Hydraulic Manual (1985)² avança alguns parâmetros relacionando a inclinação e a velocidade da água superficial. Por exemplo para uma inclinação média maior que 7%, a velocidade da água nas áreas com uma cobertura vegetal razoável é 0,1m/s; Nas valas com a inclinação de 4,5% a velocidade da água é 0,5 m/s.

Estudos feitos por Pirhonen (1991) em quatro locais no Bairro Triângulo em Nacala com os seguintes declives, 4,5%, 4,0%, 3,5% e 12,5% foi calculado respectivamente para cada declive (através da fórmula de Manning) as velocidades de 0,71m/s, 0,67m/s, 0,63m/s e 0,39m/s.

2.5. Modelo SARCCUS

O modelo SARCCUS – *Southern African Regional Commission for the Conservation and Utilization of the Soil* (Comissão de Conservação e Utilização de Solo da África Austral), é usado para fazer o mapeamento de erosão actual, em escalas grandes dando um nível de detalhe muito elevado. Tem como fontes de dados as fotografias aéreas e imagens de satélite (Whitlow, 1986:149/151)

O método básico no modelo SARCCUS envolve a delimitação e classificação das unidades de terra erodidas obedecendo uma classificação dos níveis de severidade: erosão não aparente, erosão insignificante (notável), erosão moderada (menos de 25% do quadrado afectado), erosão severa (25-50% do quadrado afectado) e erosão muito severa (mais de 50% do quadrado afectado), Nordstrom (1988) e Whitlow, (1988). Os resultados podem ser representados em forma de mapa. A tabela 1 (anexo) apresenta de forma descritiva os 5 níveis de severidade desta classificação.

² Hydraulic Handbook, Prentice-Hall, 1985.

O mapa de erosão derivado deste modelo permite avaliar aspectos qualitativos (intensidade de erosão e densidade) e quantitativo (índices e comparação). O mapa é produzido em formato de grelha, como resultado da agregação dos dados que caracterizam os diferentes níveis de severidade. O procedimento de mapeamento pode portanto conceber primeiro, o estado da erosão muito detalhadamente, sobre a avaliação da erosão no solo a nível nacional e pode gerar dados básicos necessários para inspeccionar em grandes áreas (mapeando a a grande escala) como é proposto pelo SARCCUS, (Whitlow, 1988:).

Segundo Whitlow (1990:10), este modelo apresenta algumas limitações como por exemplo no que refere ao reconhecimento de características de erosão nas fotos que reside na combinação de contrastes de tons, textura e situação topográfica e a densidade da cobertura de plantas que oculta as características do chão.

CAPÍTULO III: ÁREA DE ESTUDO

3. Caracterização físico-geográfica

Neste ponto serão abordados aspectos ligados a Geologia, Geomorfologia, Clima, Hidrologia, Solos, Tipo de cobertura da terra, Uso de solo e População e condições de habitação.

3.1. Geologia

Estratigraficamente, o Município de Nacala enquadra-se dentro dos terrenos Pós-câmbrico, que ocorrem dentro do território moçambicano numa área de aproximadamente 237.000 Km², contra aproximadamente 534000 Km² de terrenos Pré-câmbrico (Afonso,1978:7).

Apesar de grande parte do território ser marcado por formações do Pós-câmbrico, é patente na parte Oeste do município rochas pré-câmblicas da Série de Nampula dominadas pelo complexo gnaisso-migmatítico. Dentro dos terrenos Pós-câmbrico, são evidentes formações do Jurássico, Cretácico (pertencentes ao Mesozóico) e ainda formações do Terciário e do Quaternário (Afonso,1978:7 ; Zuberec et al., 1984:6).

Em Nacala o Jurássico é litologicamente marcado por Formações Cucuni, originárias das transgressões marinhas que tem o seu maior foco na Tanzânia. Estas formações, atingiram Moçambique na parte norte em pequenos afloramentos na bacia do rio Rovuma e na região de Nacala, Memba e Mossuril. Esta formação é constituída por

calcários areníticos de cor cinzento-azulado, com 30 metros de possança³, que à superfície se tornam gresosos com finas camadas micáceas (Mahumane, 1988:31).

O Cretácico, ocorre na parte Sul da área de estudo em duas faixas paralelas de rochas também designadas por camadas da Serra da Mesa ou camadas de Fernão Veloso⁴, predominantemente formadas por grés de grão médio a fino que geralmente afloram na superfície das encostas (Afonso, 1978:97).

Estes grés apresentam-se geralmente cobertos por uma camada arenosa ou mais raramente por uma camada argilosa na costa oriental da península (Afonso, 1978:97 ; Amaro, 1944:4).

A par da formação Serra da Mesa, ocorrem na margem da Baía de Fernão Veloso margas e calcários siltosos (também designada série de Namuço), mais grosseiros, com uma percentagem reduzida de carbonato de cálcio, grés quartzo-feldspáticos ligeiramente caulinizado com alguma presença de micas e conglomerados. Esta formação apresenta largas dezenas de metros de possança, uma coloração acastanhada, boa estratificação e por vezes entre cruzada (Afonso, 1978:97).

Também, é característico nas camadas serra da mesa a boa infiltração das águas pluviais uma vez que certas camadas gresosas apresentam fissuras (Barracoso, 1968:3).

De acordo com Amaro (1944:4) “ na costa oriental da península, afloram formações terciárias...”. Estas formações terciárias, também subdivididas e designadas nomeadamente por “formação de Sancul” e “formação Quissirua”⁵ são litologicamente formados por calcários recifais gresosos e calcarenitos margosos respectivamente. Estas

³ Possança, espessura de uma camada geológica ou de um filão (Costa e Melo, 1991).

⁴ Designação utilizada por Afonso, 1978 para caracterizar as formações do Cretácico que ocorrem na parte Sul do Município.

⁵ “Formação Quissirua e Formação Sancul”, designações usados por Xavier (1993) para caracterizar as formações do Terciário que ocorrem e Nacala.

rochas, apresentam-se dispostas horizontalmente, contendo geralmente no seu interior fósseis de amonóides e nautilóides (Afonso, 1978:97/98).

As rochas pertencentes a formação Sancul quando não alterados apresentam a cor branca e encontram-se localizados perto da praia em camadas descontínuas (Xavier, 1993:8).

Os sedimentos do Quaternário constituem a formação mais representativa a nível do território onde se assenta o município. Estas formações são litologicamente constituídos por uma cobertura arenosa, aluviões, eluviões e dunas. A cobertura arenosa representa a maior parte dos sedimentos quaternários, com uma granulometria variável (Zuberec et al., 1984:6).

As areias atingem uma possança de 7,6 metros e são resultado da alteração do grés. Elas apresentam uma coloração amarela, grão silicioso, e são mais ou menos argilosas, como resultado da alteração dos grés que as suportam. Estas formações são geralmente uniformes, apresentando um grão médio ou fino e um permeabilidade considerável (Amaro, 1944).

Os aluviões e os eluviões também marcam a sua presença em Nacala, mas em unidades relativamente menores. Os depósitos aluvionares são divididos em aluviões argilosos flúvio-marinhos localizáveis nas depressões e os aluviões costeiros (Mahumane, 1988:36).

Os eluviões que ocorrem nesta área são constituídos por areias siliciosas mais ou menos soltas que podem atingir profundidades superiores a 25 metros. Esta camada desenvolve-se no cimo da formação da Serra da Mesa e apresenta uma variedade de

cores. As camadas são geralmente formadas por grãos arredondados como resultado dos choques causados pelo vento (Afonso, 1978:133)

Segundo Afonso (1978:133) as formações dunares caracterizam-se por dunas costeiras e dunas interiores. Porém, estas últimas são predominantes sobre as primeiras, sendo litologicamente caracterizada por areias, geralmente de coloração vermelho-acastanhada e branca e possuindo ainda uma granulometria relativamente grosseira.

Na parte oriental do município, podem ser encontrados depósitos eólicos com espessuras que podem atingir os 30 metros (Xavier, 1993:8) (Fig. 2 em anexo).

3.2. Geomorfologia

O Município de Nacala ergue-se quase na sua totalidade sobre um extenso planalto que cobre a parte central da península e apresenta dois pendores principais, um do lado Este e outro do lado Oeste da península (Mapas 2 e 3 em anexo).

A vertente Ocidental que desce em direcção a Baía é bastante íngreme, apresentando vales de erosão em contínua actividade. Sobre esta vertente encontra-se edificada a “cidade baixa”, que fica separada por 2 Km da “cidade alta” (na parte central) por um declive de 7%. O relevo é bastante ondulado, constituído por depósitos dunares e grandes declives e várias escarpas. Esta encosta, é coberta por areias siltosas não compactadas, bastante propensas a erosão. Em locais como o bairro do Triângulo, que é bastante vulnerável a erosão e um declive que varia na ordem 10% a 17% nota-se afloramentos de arenitos a superfície pela remoção dos solos (Amade, 1996:13).

Por outro lado, a vertente Oriental, apresenta uma forma suave até a costa. Porém, ao longo desta vertente oriental, pode ser evidenciada uma elevação na zona de Quissimajulo cujas cotas máximas podem atingir 60 a 80 metros. Também, ainda em

relação a esta encosta, há que destacar a existência de várias áreas pantanosas (como por exemplo no M'paco) e a baía de Quissimajulo em que a água do mar penetra aproximadamente 5 Km no interior da Península (Xavier et al., 1993:5).

Na parte central do município o relevo é quase plano, apresentando cotas que vão até aproximadamente 190 metros. É nesta parte central que se encontra edificada a "cidade alta" e a rodovia que atravessa o município de Norte a Sul ligando a praia de Fernão Veloso (também designada por praia de Naherenque) e a estrada nacional número 8. Este planalto arenoso é dissecado por uma série de vales e linhas de água que têm água durante uma certa época do ano.

Tomando em conta esta disposição do relevo, o mapa 4 (em anexo), demonstra em forma de modelo hidrológico o direccionamento do escoamento superficial das águas em Nacala. A partir deste mapa constata-se que os fluxos de Oeste, Noroeste são os mais representativos na parte ocidental da área de estudo enquanto que os fluxos de Este e Nordeste se destacam na parte oriental.

3.3. Clima

De acordo com método de Köppen o clima do Município de Nacala é classificado como BSw, clima seco de estepe com inverno seco (Xavier et al., 1993:4). A precipitação média annual é variável oscilando entre 700 a 900mm e a temperatura média annual é de 25,9 °C (Ruy et al, 1997:11/12).

Dada a influência da zona equatorial de baixas pressões e sob influência da zona de convergência inter tropical (CIT), Nacala, está sujeita a duas estações com características distintas, sendo uma quente e húmida entre Novembro a Abril e outra fria e seca de Março a Outubro.

Os ventos possuem a direcção Sul-Este e Sul-Oeste de Março até Setembro e a direcção Norte-Este entre Outubro e Fevereiro (Pirhonen, 1996:10).

Por se localizar na zona de descontinuidade dos ventos alísios (CIT), de vez quando Nacala sofre influências de ventos fortes (por exemplo os ciclones de 1956 e de 1994).

Em relação a humidade do ar, o município apresenta uma humidade relativa média estimada em 80% (Pirhonen, 1996:10).

i) Temperatura

A nível do município, as temperaturas médias anuais são geralmente elevadas ao longo do ano, com variações ligeiras entre as temperaturas médias mensais e as temperaturas médias anuais. A temperatura mínima média é de 19 °C em Junho e a máxima média é de 35 °C em Dezembro. A média annual da temperatura varia entre os 25 °C e os 27 °C (Tab. 2).

Tabela 2. Temperatura média mensal e annual na estação de Nacala

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	No	De	Annu al
°C	27,1	27,2	27,2	26,4	25,4	23,9	23,5	24,0	24,8	26,1	27,2	27,6	25,9

Fonte: Ruy et al., 1997

ii) Precipitação

A nível do município, as chuvas normalmente têm o seu início em Outubro –Dezembro, sendo o período de Dezembro a Março o que regista precipitação relativamente elevada.

Diversos estudos realizados para caracterizar o regime pluviométrico em Nacala debateram-se com a insuficiência de dados que pudessem satisfazer um período hidrológico de 15 ou 30 anos como seria aconselhável. Porém, os dados disponíveis sobre precipitação em períodos hidrológicos não contínuos apresentam valores quase

uniformes exceptuando alguns anos em que o regime pluviométrico foi influenciado por uma certa anormalidade como por exemplo em 1994 que pela passagem do ciclone Nádía a precipitação num só dia excedeu os 1500 mm. (Graf. 1a e 1b em anexo).

Durante o período chuvoso, a precipitação não ocorre uniformemente, variando quer em termos de quantidade como em intensidade. Também, em alguns anos a precipitação chega a exceder o sua média anual (Tab. 3).

Tabela 3. Precipitação mensal em Nacala em mm, (1997-2003).

Ano	Meses												Total
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
1997		236.2	165.4	17.5	0.3	16.5	11.7	9.3	0	0	7.2	213.2	1018.8
1998	408.7	224	264.4	61.6	0	6.1	0	6	6.8	16.9	0	24.3	726.7
1999	86	107.1	96.8	204.2	0	0	0	0	0	0	0	232.6	1096
2000	111.9	177.9	425.7	40	0	5.5	0	0	0	120	186	29	634.9
2001	130	10	278.3	43.5	22	0	0	0	0	0	23	128.1	603.9
2002	212.5	103.6	163.9	65.5	0	0		0	0	0	7.8	50.6	687.4
2003	308.2	206	149.7	23.5	-	-	-	-	-	-	-	-	677.3

Fonte: CMN-Gabinete para Revisão do Plano Director de Nacala.

Assim, pode-se diferenciar 3 períodos : o período húmido (Dezembro a Março), período de transição (Abril) e um período seco que se prolonga de Maio a Novembro (Ruy et al., 1997:14 -16).

Por exemplo nos anos de 1965 e 1991 a precipitação ocorreu nos seguintes moldes: O valor da precipitação total em 1965 foi de 1250mm. Porém, há que referir numa só semana caiu 400mm. Ainda neste mesmo ano caiu durante 24 horas cerca de 125mm. Em 1991, a precipitação total foi de 1000mm, com maiores concentrações nos dias 1 e 2 de Janeiro e 5 e 7 de Março. A intensidade máxima registada neste ano foi de 55mm/h (Vahanne, 1993:8/9).

É frequente ocorrerem em Nacala chuvas com intensidades consideradas torrenciais que em muitos casos deixa as infraestruturas totalmente paralisadas. Para além dos casos acima referidos (1965 e 1991), nos anos de 1982 e 1994 e ainda no corrente ano (2003) as chuvas caíram com intensidades elevadas, sendo de 750 mm em 12 horas (1982), 1500mm durante 6 horas, com uma média de 250mm/h (1994) e 120mm/h (2003)⁶ (Pirhonen, 1996:10). A probabilidade de retorno deste tipo de chuvas pode ser observado no diagrama da figura 3 (em anexo) que elucida a intensidade, a duração e a frequência dos eventos em Nacala.

3.4. Hidrologia

Este município para além do contacto que faz com o oceano, é caracterizado por uma baixa rede hidrográfica, aliada ao regime climático, a topografia e a própria geologia.

“A origem e particularidades geológicas dos afloramentos rochosos, e topografia locais constituem factores desvantajosos na hidrologia de Nacala, pois a sua conjugação não permite cursos de escoamento superficial longos ou nascentes de grande vulto embora também o clima tenha um papel nessa conjuntura, porque a soma das chuvas anuais têm uma média de cerca de 750 mm, enquanto a evapotranspiração potencial estima-se em 1660mm/a ...” Amade (1996: 17).

Assim, este município, apresenta algumas nascentes, alguns cursos de água e pequenos pântanos onde maioritariamente apresentam um regime intermitente. Em relação aos cursos de água, pode-se destacar as ribeiras Maiaia e Tielela que correm no sentido Este-Oeste e as ribeiras Maculucha, Mucatala, Nanculue e Napale que correm no sentido Oeste-Este.

⁶ 120mm/h (2003), Informação obtida nos registos pluviométricos do CMN- Gabinete para Revisão do Plano Director de Nacala.

3.5. Solos

De acordo com INIA (Instituto Nacional de Investigação Agronómica), 1992, o Município de Nacala apresenta 6 principais tipos de solos que foram agrupados segundo as suas características fisiográficas dominantes e a natureza dos materiais originários (Mapa 5 em anexo).

3.5.1. Solos arenosos amarelados (AA)

Os solos arenosos amarelados (*Ferralsic arenosols*) ocorrem maioritariamente no extremo norte de Nacala e tem como origem as areias eólicas do Pleistoceno Superior. Estes solos ocorrem em planícies arenosas, geralmente plana (0-2%), apresentando uma drenagem que varia de boa a excessiva, uma profundidade superior a 180cm. É também característica destes solos uma textura arenosa e conteúdo em matéria orgânica que varia de baixo a moderado.

3.5.2. Solos de mananga (M)

Esta unidade de solos (*Haplic luvisols*) ocorre em duas manchas no planalto baixo compreendendo a parte central e oriental a Sul e o interior oriental na parte Norte. Estes solos datam do Pleistoceno e são desenvolvidos sobre grés e calcários, apresentando uma camada superficial com espessura variável. Os solos de mananga apresentam uma textura arenosa, franco arenosa e franco-argilo-arenosa que cobre um subsolo argiloso de cor castanho-amarelado escuro a castanho escuro, mostrando sinais de drenagem imperfeita, conteúdo em matéria orgânica variável (baixa a elevada).

3.5.3. Solos dunas costeiras amareladas (DC)

Os solos desta unidade (*Haplic Arenosols*), foram formados a partir de material derivado de sedimentos eólicos do Terciário. Esta unidade ocorre ao longo da costa oriental sobre calcários fossilíferos ou recifais, gresosos na base. Estes solos apresentam uma textura

arenosa, geralmente muito profundos e bem drenados com conteúdo em matéria orgânica baixo (0,2-1%).

3.5.4. Solos de aluviões estratificados de textura grossa ou média (FS)

Estes solos (*Eutric Fluvisols*) de origem aluvionar holocênica apresentam uma textura arenosa e franco-argilo-limosa com uma drenagem que varia de imperfeita a boa, profundos e uma coloração cinzenta e amarela no subsolo. Esta unidade que ocorre em pequena escala no Sul da costa oriental e ocidental da área de estudo apresenta o conteúdo em matéria orgânica que varia de baixo a elevado.

3.5.5. Solos pouco profundos sobre rocha não calcária (WP)

Esta unidade de solos (*Eutric cambisols*) ocorre na faixa ocidental e parte do interior Norte da área de estudo numa superfície ondulada. Estes solos têm origem nos sedimentos do Cretácico ou do Terciário. Esta unidade apresenta um subsolo argiloso, profundidade moderada, por vezes com uma camada que varia de franco arenosa a franco argilosa. Estes solos apresentam uma drenagem que se caracteriza entre imperfeita a moderada.

3.5.6. Solos basálticos pretos (BP)

Os solos basálticos (*Calcic vertisols*) ocorrem a Sul do extremo ocidental e datam do Karroo e do Cretácico. São solos que ocorrem numa pequena superfície plana com uma textura que varia entre argilo-limosa a argilosa e uma drenagem moderada. Estes solos apresentam um conteúdo em matéria orgânica que varia de moderado a elevado.

3.6. Uso e cobertura da terra

A área de estudo na sua globalidade apresenta um território muito misto, caracterizado por paisagens naturais e paisagens humanizadas. Assim, o território reflecte uma importante variação da estrutura e o tipo de cobertura da terra e das formas de uso do solo (Mapa 6 em anexo).

3.6.1. Tipo de cobertura da terra

Maioritariamente, as paisagens naturais em Nacala, representam as áreas verdes predominantemente formadas por espécies vegetais característicos em savana aberta (Vahanne, 1993:8).

Estas paisagens naturais cobrem as áreas verdes formadas por uma comunidade vegetal clímax que se desenvolve em áreas cuja altitude varia entre 50 a 200 metros e a pluviosidade variando entre 700 a 1000mm. Também, é característica desta comunidade a sua abundância, a densidade, a cobertura e o vigor (TECNICA, 1992:4).

De acordo com TECNICA (1992:4), esta comunidade clímax é caracterizada por 3 estratos:

a) Estrato herbáceo – denso a muito denso, constituído por gramíneas altas (2 – 3m de altura), como *Hyparrhenia rufa*, *Hyparrhenia spp.*, *Hyperthelia dissoluta*, *panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, como as mais abundantes.

b) Estrato arbustivo - denso dominado por espécies com 3 a 5 m de altura, entre as quais *Grewia sp.*, *Combretum microphyllum*, *Phyllanthussp.*, *Annona sp.*, *Urena lobata*.

c) Estrato arbóreo – com uma cobertura aberta dominada por árvores altas com 6 a 10m de altura, tais como *Adansonia digitada* (imbondeiro), *combretum sp.*, *Maerua*

sp., *Lannea sp.*, *Thylacium africanum*, *Acacia nilotica*, *Commiphora sp.*, *Dabergia melanoxydon* (pau preto, evatê), *Pteleopsis myrtifolia*.

Esta comunidade vegetal clímax possui a sua maior representatividade em locais pouco perturbados pelo Homem, por exemplo as áreas de Quissimajulo, Lile, Janga. Porém, em algumas áreas perturbadas onde a degradação dos estratos arbustivo e arbóreo pela necessidade de combustível lenhoso, material de construção, abertura de machambas, edificação de infraestruturas, etc., a cobertura vegetal clímax é representada apenas pela composição florística do estrato herbário.

3.6.2. Uso do solo

Actualmente, o Município de Nacala apresenta uma estrutura de uso do solo onde grande parte do território é ocupado pelas áreas de expansão habitacional e actividade agrícola do sector familiar.

De acordo com Ruy et al (1997:19), a actividade agrícola em Nacala pode ser dividida em 3 classes, nomeadamente agro silvicultura, agro silvicultura e áreas residenciais e por último a agricultura nas baixas húmidas.

A agrosilvicultura é caracterizada por elevada densidade de cobertura de árvores, onde o cajueiro é a fruteira predominante. A par cultura do cajú e outras fruteiras como a mangueira, papaieira, e bananeiras, os camponeses desenvolvem a agricultura de sequeiro, onde o milho, mandioca, mapira, mexoeira, amendoim, e os feijões são as principais culturas. (Ruy et al, 1997:20).

Para a campanha agrícola do ano em curso (2003), de acordo com os dados da DDADR-Nacala (2003), a agricultura é desenvolvida numa área de 17.572 hectares, onde para além das culturas acima mencionadas juntam-se as culturas do arroz e da bata-doce (Tab. 4).

Tabela 4. Distribuição de culturas por hectares em Nacala

Culturas	Área cultivada (ha)
Amendoim	1.785
Arroz	348
Batata-doce	12
Feijões	3.110
Mandioca	8.825
Mapira	1.552
Mexoeira	315
Milho	1.625
Total	17.572

Fonte: DDADR-Nacala, 2003

No que diz respeito a classe seguinte, a produção de frutas é feita dentro do espaço residencial (geralmente na zona do planalto arenoso), onde o cajueiro continua a merecer destaque. Dentro desta zona que compreende o planalto arenoso a intensidade e o grau de utilização do solo são elevados, limitando a expansão das actividades agrícolas e a regeneração dos solos (Ibid, 1997:21).

Em relação a última classe, a actividade agrícola é desenvolvida em depressões ou baixas que retêm humidade no período seco. Nestas áreas são produzidas hortícolas, milho e batata-doce (Ruy et al, 1997:21).

Em relação a área urbana, o solo é maioritariamente usado para a habitação, onde a densidade da população aumenta do centro para a periferia (áreas semi-urbanizadas) em assentamentos planificados e não planificados (Vahanne, 1993:8).

3.7. População e condições de habitação

O estágio actual da população em Nacala é resultado do crescimento natural e das migrações. Porém, é bastante influenciada pelas sucessivas alterações da divisão administrativa.

Os censos realizados nos anos de 1940, 1950 e 1960 não permitem de forma precisa estimar os efectivos populacionais correspondentes a área que hoje corresponde ao Município de Nacala. Portanto, ao longo desses anos uma parte do território que compreende o Município de Nacala estava integrado na então Circunscrição de Nacala, actualmente Nacala-a-Velha que incluía também as áreas de Itoculo e Matibane que hoje pertencem respectivamente aos distritos de Nacala-a-Velha e Mossuril.

No censo de 1970 apesar do território que hoje compreende o Município de Nacala ter sido desintegrado da Circunscrição de Nacala-a-Velha, os dados continuaram a não traduzir valores satisfatórios uma vez a extensão do território cobria toda área de Matibane numa área de aproximadamente 1586 Km², contra os actuais 400 Km² (Amade, 1996:29).

Após a independência em 1975 a cidade de Nacala sofreu uma forte emigração por parte dos colonos portugueses, e em contrapartida foi compensada por uma forte imigração da população que vivia no campo. Esta forte imigração que teve início nos finais da década de 1970, continuou a traduzir fluxos migratórios consideráveis até início da década de 1990 em virtude da situação de segurança provocada pela guerra civil que o país vivia na altura. De acordo com Amade (1996:38), durante o período de 1975 a 1980 a cidade de Nacala teve 16.229 imigrantes contra 6.934 emigrantes, totalizando um saldo positivo de 9.286 pessoas.

Um estudo efectuado por Pangaya em 1992 onde inqueriu 36 habitantes, constatou que desse universo 20 inqueridos vieram viver para Nacala no período colonial, 15 após a independência e apenas 1 tinha nascido em Nacala.

A par das migrações, Nacala assim como o resto da província de Nampula pela sua história sempre apresenta elevadas taxas de crescimento anual da população aliada as

altas taxas de natalidade e uma forte redução das taxas de mortalidade nos últimos tempos. Alguns estudos realizados estimaram taxas de crescimento anual da população, de 6,7% durante o período de 1971-1991 (INPF, 1985:), 4 -5% em 1995 (Paulo, 1995:2). No censo de 1980 a área de estudo tinha 85.211 pessoas em 16 bairros (Tab. 5 em anexo).

De acordo com INPF (1982:), deste universo 51,5% da população corresponde a população masculina indicando a existencia de movimentos migratório da força de trabalho masculina atraída para a cidade.

Em termos de distribuição da população no espaço, segundo Paulo (1995:3), 75% da população urbana vivia nas zonas situadas nas encostas viradas para a baía, enquanto 25% apenas viviam nas zonas do planalto, incluindo o Bloco I e os bairros Mathapuê, Ontupaia e Nauaia.

No que diz respeito a habitação, durante a década de 1980 segundo os dados do Inquérito urbano de 1981 da DNH (Direcção Nacional de Habitação) usado pelo GERAP (1983:25), Nacala possuía um total de 18.863 habitações. Tomando em conta o tipo de material de construção, maior número de casas eram construídas de pau-a-pique na razão de 46,6% enquanto que as construções de alvenaria constituíam a menor representatividade na razão de 4,5% (Graf. 2a em anexo).

De acordo com os dados do INE (1997) referentes ao II-REGPH, o Município de Nacala possui um total de 158.248 habitantes, representando um aumento de 73.037 habitantes em relação ao Censo de 1980. Deste universo da população, 80.443 habitantes são homens e 77.805 habitantes são mulheres correspondendo a 50,8% e 49,2% respectivamente (Tab. 6 em anexo).

Apesar de haver alteração da área administrativa do território entre o censo de 1980 e o censo de 1997 aliada a própria configuração do território dos bairros é possível ter uma ideia da distribuição da população. Entrevistas efectuadas no terreno aos técnicos do Conselho Municipal e a população, foi constatado o carácter dinâmico dos limites administrativos que em muitos casos foram definidos convencionalmente e bastante susceptíveis a alterações sempre que se realiza um inquérito ou censo da população.

Estas alterações sucessivas do limite administrativo do território e da área administrativa que delimita os bairros torna-se quase impossível determinar a densidade populacional a nível dos bairros e comparar de forma precisa a distribuição da população ao longo dos anos. Por exemplo, os limites usados no censo de 1980 foram reajustados em 1986, com a implementação do Plano Director de 1985, e estes também sofreram alterações durante o censo de 1997. Actualmente, encontra-se em estudo um projecto de revisão do Plano Director de Nacala que prevê alterar o limite actual para poder abrangir áreas actualmente pertencentes ao Distrito de Mossuril, pela necessidade de se criar uma reserva florestal⁷.

Em relação a habitação, os dados divulgados pelo INE (1997), continuam a espelhar diferenças acentuadas no tipo de habitações em Nacala. Apesar das designações usadas no Inquérito Urbano de 1981 (citado pela GERAP, 1983) e o Censo de 1997 para classificar as habitações serem diferentes a cifra das habitações não construídas por material convencional (Madeira/Zinco, Casa Precária e Palhota) no Censo de 1997 constituíam no seu todo o tipo mais representativo na razão de 88,2% contra 9,8% de Moradia e 2% de Flat/Apartamento (Graf. 2b em anexo).

⁷ Marcelo Costa, Arquitecto envolvido na Revisão do Plano Director de Nacala, entrevistado em Nacala pelo autor em Abril de 2003.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4. Apresentação dos resultados

Neste tópico é discutido o resultado do mapa de erosão actual e os factores que influenciam a distribuição da erosão em Nacala e posteriormente analisam-se os resultados.

4.1. Mapa de erosão actual

O mapa 7 representa a variação espacial da erosão actual em três diferentes áreas de ocupação do solo no Município de Nacala, nomeadamente, área urbana, área semi-urbana e área rural. Os dados correspondentes aos 5 níveis de severidade são apresentados em forma de quadrículas, com 5 cores diferentes, representando respectivamente cada um dos níveis de severidade.

Para o recobrimento dos estereofotos foi necessário um total de 1065 quadrículas, distribuídas da seguinte forma: 331 – erosão não aparente, 522 - erosão insignificante, 141 – erosão moderada, 23 – erosão severa e 48 para erosão muito severa (Graf. 4).

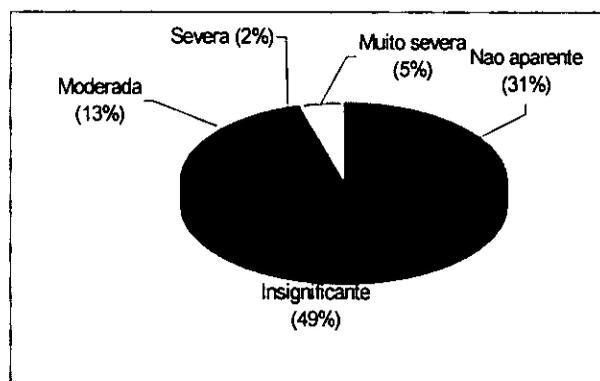


Gráfico 3: Distribuição percentual dos níveis de severidade

Fonte: Elaborado pelo autor

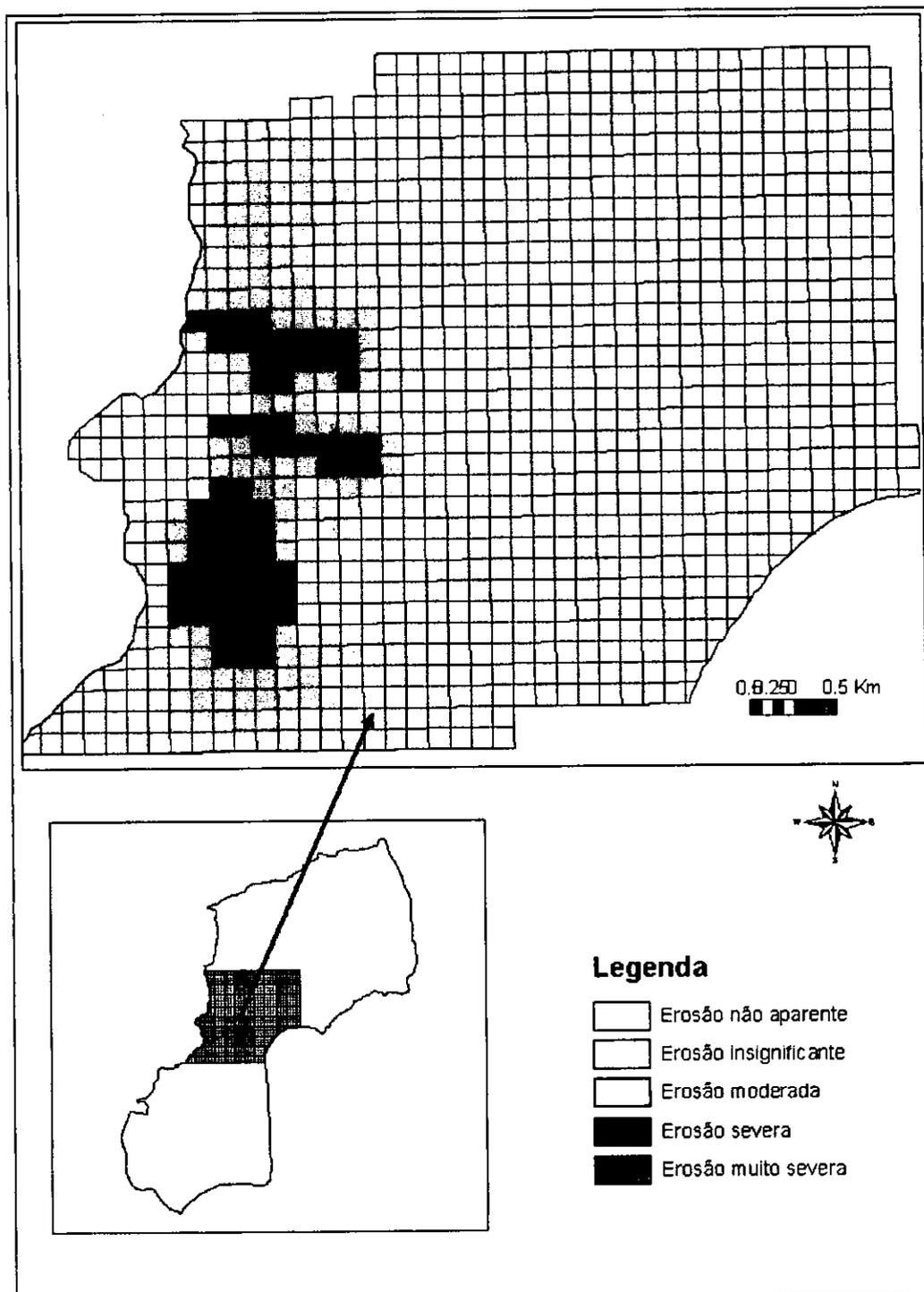
Em termos espaciais, a distribuição dos níveis de severidade não é homogênea. Nas áreas situadas na parte ocidental da área de estudo, constata-se que a erosão ocorre obedecendo a todos os níveis de severidade. Os bairros suburbanos de Mocone,

Triângulo, Muzuane, Matola e Ribaué, representam as áreas onde a erosão é bastante acentuada. Nestes bairros os níveis de severidade variam principalmente entre erosão moderada à erosão muito severa. Nestes bairros, as fotografias aéreas mostram uma paisagem degradada bastante dissecada, com ravinas extensas e muito profundas, e uma total ausência de cobertura vegetal e habitações.

Na área urbana (bairro Maiaia), a erosão apresenta principalmente níveis de severidade que variam entre erosão não aparente à erosão insignificante. Porém, nos locais onde a área urbana faz limite com os bairros suburbanos e em alguns locais próximo a praia, o nível de severidade passa a ser moderado. Nestes locais as fotografias aéreas mostram uma paisagem consideravelmente contrastante, uma vez que a parte central do bairro Maiaia (que está pavimentada) não apresenta problemas de erosão. Na periferia e junto a praia a paisagem é recortada por algumas ravinas e nota-se também alguma perda de solo junto as habitações.

Nos bairros situados na parte central (Bloco I, Nauaia, Ontupaia, Mathapué, Guanambia) recobertos pelas fotografias, o nível de erosão é praticamente insignificante. As fotografias aéreas mostram uma paisagem plana e estável que apesar de ser habitada apresenta alguma cobertura vegetal.

Na parte oriental, a paisagem existente nas fotografias apresenta uma área plana quase natural. Verifica-se uma considerável densidade da cobertura vegetal, e quase uma total ausência da população. O nível de erosão que se verifica nesta área é não aparente, porém, nos poucos assentamentos (exemplo bairro M'paco) ao longo da estrada que vai a Quissimajulo a erosão tende a ser insignificante.



Mapa 7. Mapa de erosão actual
 Fonte: Elaborado pelo autor

4.2. Factores de erosão dos solos em Nacala

A erosão actual no Município de Nacala é produto da interacção de factores físicos e factores humanos. Constituem factores físicos o clima, o relevo, os solos, e a vegetação enquanto os factores humanos são determinados pelas práticas do uso do solo (ou manejo da terra).

4.2.1. Clima

A atenção será dada a precipitação por ser o elemento que mais se manifesta no processo erosivo dada a sua distribuição, quantidade e intensidade.

A precipitação annual varia entre 700 a 1000mm. Mais de 80% das chuvas cai no período de Março à Dezembro. Neste período o solo encontra-se desprovido de vegetação resultante de um longo período de escassez de chuvas. Assim, o solo fica exposto ao impacto directo das gotas que através da sua energia cinética vai desintegrando as partículas do solo iniciando assim o processo erosivo (Fig. 4 em anexo).

Pelo facto de grandes quantidades de precipitação caírem em períodos relativamente curtos, verifica-se uma reduzida infiltração da água ou uma rápida saturação dos solos, tornando suspensas as partículas dos solos de tamanho reduzido e com uma elevada energia potencial capaz de transportar volumes grandes de material sólido e com forte poder de destruição (Fig. 5a, 5b, 5c e 5d em anexo).

A intensidade da precipitação é uma outra causa a ter em conta em Nacala. Tomando de válido o parâmetro estabelecido por Hudson (1986:5), que considera 25mm/h o valor limiar acima do qual o solo começa erodir, para o caso concreto do Município de Nacala que chega a registar precipitação com intensidades de 250mm/h, os efeitos são bastante nefastos.

4.2.2. Relevo

A parte Ocidental da área de estudo apresenta-se muito escarpada, com declives longos que chegam a atingir mais de 2 Km e bastante acentuados (7 a 20% em média). As águas aqui precipitadas e adicionadas com as águas superficiais que vem da parte central ganham em função dos declives velocidades erodíveis (superiores a 0,3m/s- 0,6m/s), que associadas a uma reduzida infiltração provocam um intenso desprendimento de partículas do solo e formação de enormes caudais que se encaixam perfeitamente na morfologia da área tornando a pendente ocidental bastante dissecada por essas linhas de água (por exemplo Mocone, Triângulo e Mucuaípa), vide Fig. 6 em anexo.

Na vertente Oriental a erosão ocorre em pouca escala, e é nítido apenas na estrada que vai a Quissimajulo que foi construída no sentido do pendor, e em algumas áreas agrícolas.

4.2.3. Solos

A nível da área de estudo ocorrem maioritariamente solos sem estrutura. Estes, são solos formados a partir de sedimentos areníticos do quaternário resultantes da alteração do grés cuja textura geralmente apresenta-se grosseira e não consolidada, porém, superficialmente finos e de fácil transporte. Também, estes solos, apresentam uma extrema erodibilidade aliada ao facto de estarem dispostos sobre um relevo declivoso e sobretudo por se apresentarem desprovidos de cobertura vegetal. Sob influência de chuvas, estes solos apresentam uma fraca resistência dos horizontes minerais em relação a erosão por apresentarem uma reduzida adesividade e uma viscosidade elevada dada em parte pelo arranjo das partículas (grande porosidade e elevada permeabilidade) associada ainda a presença de argila que tornam as formações arenosas pouco coerentes.

4.2.4. Vegetação

A vegetação natural não perturbada constitui uma mais valia para conservação dos solos. Contudo, em Nacala, verifica-se dentro do seu território dois espaços diferentes, a parte Oeste com fraca presença vegetal e a parte Este mais ou menos vegetada. Coincidentemente, o espaço com reduzida cobertura vegetal, enquadra-se com a área declivosa deste município. É também neste espaço que foi construída a “cidade baixa” e os bairros de Triângulo, Mocone, Ribaué e Tielela, que para sua construção começou com a destruição da cobertura vegetal. Este desmatamento faz-se sentir mais no estrato arbóreo e arbustivo pela necessidade da população local obter combustível doméstico e material de construção de habitação e barcos de pesca. A degradação destes dois estratos cuja estrutura permite maior consistência dos solos (intercepção e redução do impacto directos da chuva no solo e a importância radicular na sustentabilidade dos solos em declives) faz com que o desprendimento das partículas do solo seja mais intenso, a infiltração no solo seja reduzida e a escorrência superficial seja maior.

4.2.5. Acção humana

Fazem parte dos factores humanos de erosão os diferentes tipos de uso de solo (manejo do solo) que pela sua natureza põem causa a dinâmica natural dos solos. Dentre os diferentes tipos de uso do solo que existem, tomar-se-a atenção na agricultura, habitação e construção de infraestruturas.

A ocupação de áreas ecologicamente frágeis é uma das acções praticadas pela população (Fig. 7 em anexo). De acordo com INPF (1985:9) a ocupação destas zonas com casas, cultivos, caminhos, destroi a vegetação que cobria os solos, sem criar outros tipos de protecção, ou deixando sem manutenção os sistemas de controlo das águas das chuvas.

A actividade agrícola em Nacala, geralmente praticada junto ao espaço residencial faz-se retirando a vegetação natural que protege o solo. Em contrapartida, a vegetação, natural é substituída por culturas como o milho, mandioca, mapira cujos respectivos sistemas de enraizamento propensiam a erosão.

Os movimentos imigrativos e o conseqüente aumento de edificação das habitações e as respectivas vias de acesso também tornam as áreas propensas a erosão. Segundo Ombe (1991:12), esta acção diminui a percolação e aumenta o escoamento superficial. A par disto, verifica-se falta de cumprimentos das normas de protecção do solo nas zonas críticas, a falta de projecção de redes de drenagem nos bairros assim como o mau traçado das ruas (no sentido do pendor) e a falta de tratamento dos caminhos de peões com dispositivos para conter o material sólido.

Outro aspecto ligado a habitação tem a ver com construção das paredes das casas não convencionais e a drenagem da água interceptada pelos tectos das casas. Para construção das paredes são abertas covas onde se retira grandes quantidades de solos para maticar as paredes. Estas covas são posteriormente cobertas de lixo, porém, na época chuvosa elas vão se alastrando e interligando-se umas as outras tornando-se em ravinas.

Por outro lado, a água interceptada pelos tectos das casas ao entrarem em contacto com a superfície dos solos nos quintais não tratados começam imediatamente com o processo erosivo pondo as casas em perigo de desabamento (Fig. 8 em anexo).

A construção e a falta de manutenção das infraestruturas existentes tem contribuindo em muitos casos para erosão dos solos. De acordo com INPF (1985:9), ao longo das

estradas e caminhos de terra as águas escorrem com forte caudal, abrem profundas ravinas, obrigando os peões a abrir outros caminhos que por sua vez desaparecem.

Por outro lado, as estradas asfaltadas construídas no sentido dos declives, conforme fundamenta GERAP (1983:2) estas desempenham um verdadeiro papel de leito condutor concentrando portanto nos seus eixos todo o efeito destruidor dos materiais transportados.

A falta de manutenção das infraestruturas é também uma das causas a considerar. Durante o trabalho de campo foi possível constatar a degradação de certas obras de engenharia concebidas para evitar a erosão dos solos, caso de lancis, descarregadores, estradas, valas de crista, gabiões e sargetas (Fig. 9 em anexo).

Ainda no âmbito do trabalho de campo que ocorreu durante a época chuvosa constatou-se por exemplo a manutenção de algumas estradas não pavimentadas por parte do Conselho Municipal de Nacala. A manutenção era feita durante a queda das chuvas levando a remoção da camada superficial do solo que era remexida pelas máquinas pela acção das chuvas. Este facto por exemplo, contrasta com as recomendações de Chtol e Evstrátov (1987) que sugere a interrupção desse tipo actividade durante a queda das chuvas.

4.3. Análise dos resultados

A nível do território do Município a erosão dos solos não ocorre em todas as áreas.

Existem portanto áreas afectadas pela erosão e outras áreas praticamente estáveis.

As áreas afectadas pela erosão localizam-se na parte ocidental do Município, onde as condições físico-geográficas são favoráveis para o dinamismo do processo erosivo.

Na sobreposição do mapa de erosão com os mapas 2, 5 e 6, constatou-se que a intensidade da erosão varia em função de certas características que estes mapas demonstram (mapas 8, 9 e 10 em anexo).

Para o caso do mapa de relevo pode-se constatar que a erosão atingi níveis elevados na parte ocidental, onde os degraus de variação da altitude são próximos; isto é, a topografia é muito acentuada em vertentes curtas e abruptas, estimulando maior acção da escorrência superficial sobre o solo.

Em relação ao mapa de solos, verificar-se que a erosão ocorre numa forma mais acentuada onde o tipo de solos é arenoso, pouco profundo (WP) cuja drenagem varia de imperfeita a moderada, associado ainda a um subsolo argiloso que torna a parte superficial pouco coesa quando húmida.

Para o caso do mapa de uso e cobertura de terra constata-se que a erosão é mais preocupante nas áreas com presença humana (cultivado de sequeiro e área habitacional).

Na parte oriental onde o relevo é mais suave, os tipos de solos são mais resistentes a erosão (presença de matéria orgânica, bem drenados e profundos) e a acção humana é bastante reduzida, os níveis de erosão são baixos (erosão não aparente e erosão insignificante).

Nas áreas onde a erosão ocorre, a sua magnitude também não é uniforme. Pois, ela varia de lugar para lugar. A não uniformidade da magnitude da erosão pode ser explicado pela variação da intensidade de interacção dos factores que estimulam o processo erosivo.

Na área urbana a situação da erosão não é muito acentuada. Porém, os níveis de severidade da erosão em alguns locais chegam a atingir o grau de erosão moderada. Os locais onde a erosão ocorre, coincidem com as estradas não pavimentadas, bermas de estradas, colectores e sarjetas e nas áreas que fazem fronteira com os bairros suburbanos. Nestes locais a situação é explicada pelas águas superficiais vinda dos bairros suburbanos localizados na parte superior que trazem consigo grandes volumes de material sólido que deixam obstruído o sistema de drenagem existente na área urbana.

Os áreas semi-urbanas de Mocone, Triângulo, Ribaué, Mucuaípa (na parte ocidental) constituem os locais seriamente afectados pela erosão. Nestas áreas os níveis de severidade que chegam a atingir o grau mais elevado (erosão muito severa), pondo em causa a transitabilidade das vias de acesso, as habitações, e algumas infraestruturas como escolas, linhas de transporte de energia eléctrica e condutas de água. Esta situação é explicada pelas condições e características ambientais que aqui se fazem sentir. Estas áreas não apresentam nenhuma estrutura urbana, as ruas e caminhos não se encontram pavimentadas e geralmente encontram-se traçadas no sentido do declive, a densidade habitacional é bastante elevada, o desmatamento é acentuado e nota-se uma total ausência de sistemas de drenagem. Também, nas margens das ravinas e em locais mais escarpados onde se torna difícil a construção de casas, a população opta em fazer machambas, acentuando cada vez mais a erosão dos solos.

Na área rural a erosão apresenta-se pouco preocupante. Na área onde foi recoberta pelas fotografias aéreas, os níveis de severidade são do grau não aparente e insignificante. Os locais próximos as áreas suburbanas e a estrada que vai a Quissimajulo constituem as manchas onde a erosão começa a desenvolver-se, apresentando o nível de insignificante. Esta situação é explicada pela expansão do espaço residencial suburbano, a procura de combustível doméstico, material de construção e áreas para cultivo por parte da população que vive nas áreas suburbanas.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

5.1. Conclusões

A erosão não ocorre em todas as áreas ou bairros deste município. Ela é mais evidente na parte ocidental, onde as condições físico-naturais e a acção que a população exerce sobre os solos são favoráveis para ocorrência da erosão.

Os bairros suburbanos de Mocone, Ribaué, Triângulo e parte dos bairros Muzuane e Matola constituem os locais seriamente afectados por este fenómeno. O nível de erosão nestes bairros varia entre erosão moderada à erosão muito severa, como consequência da falta de planificação e ordenamento de território, fraca gestão no uso do solo, falta de sistemas de drenagem, elevada densidade de construção, prática da agricultura intensiva rudimentar, e a abertura de caminhos no sentido do declive. Esta situação torna-se ainda mais grave quando é associada as condições físico-naturais destes bairros (relevo muito acidentado, declives acentuados, solos não consistentes, e fraca cobertura vegetal).

A parte central e oriental da área de estudo constitui a área onde a erosão não é preocupante. Os bairros que aqui se localizam apresentam níveis de erosão que variam entre erosão não aparente e erosão insignificante. Esta situação é explicada pelas excelentes condições físico-naturais (relevo plano, declives suaves e alguma presença de cobertura vegetal), associada a baixa densidade populacional e habitacional.

Na área urbana os níveis de erosão não são preocupantes. Porém, as poucas ruas não asfaltadas e as bermas das estradas asfaltadas representam os locais onde a erosão ocorre. Esta situação é explicada pela falta de manutenção e a inadequação das infraestruturas e os dispositivos de engenharia concebidos para drenar as águas superficiais.

Dada a situação que se verifica na parte ocidental, as tendências actuais da erosão poderão anular a operacionalidade de infraestruturas vitais (o porto, oleodutos, linha férrea, estabelecimentos comerciais, serviços e indústrias) localizadas a jusante do pendor na parte ocidental, dado o volume das águas e do material sólido transportado nesta direcção.

Neste contexto, é muito importante que gestão do solo seja eficiente, as normas de uso do solo sejam aplicadas, a manutenção e construção de sistemas de drenagem sejam sistemáticas e a população local seja envolvida no combate a erosão, através duma consciencialização e sensibilização sobre a gravidade deste fenómeno.

5.2. Medidas que visam a redução ou mitigação da erosão actual

- O CMN deve redobrar esforços no sentido de limitar a ocupação das áreas consideradas de locais protegidos, como também fazer uma manutenção permanente das infraestruturas e dos dispositivos instalados para conter a erosão dos solos.
- É fundamental em Nacala que se criem mecanismos para que haja educação ou sensibilização da população sobre a problemática da erosão, recorrendo por exemplo os órgãos de comunicação (rádio e televisão) instalados recentemente pelo Conselho Municipal.
- É necessário que haja um maior envolvimento da população na prevenção e combate da erosão, através de actividades que devem partir das próprias residências e bairros como por exemplo o tratamento de quintais com plantas, construção de valas de infiltração e abertura de caminhos que não coincidam com o sentido dos declives.
- É urgente a que se criem dispositivos para conter grande parte de material sólido transportado dos bairros Triângulo e Ribaué que é canalizado para mar formando grandes bancos de areia que continuamente vão assoreando a baía e num futuro próximo poderão por em causa a navegabilidade no Porto de Nacala.
- É necessário que se criem infraestruturas e equipamentos sociais como escolas, unidades sanitárias, sistemas de abastecimento de água, estradas, transportes públicos e estabelecimentos comerciais nas zonas de expansão para que atraiam a população que vive nas zonas críticas.



• **Referências bibliográficas**

AFONSO, R. S. Geologia de Moçambique (Notícia explicativa da carta geológica de Moçambique 1:2.000.000), Imprensa Nacional de Moçambique, Maputo, 1978.

AMARAL, W., compilo. Guia para apresentação de teses, dissertações, trabalhos de graduação, 2ª ed., Livraria Universitária-UEM, Maputo, 1999.

AMADE, M. Os factores sócio-económicos da erosão na Cidade de Nacala, 1947-1994: Uma contribuição para estratégias de educação ambiental, Trabalho de diploma para a obtenção do Grau Académico de Licenciatura em Ensino de História e Geografia, Universidade Pedagógica, Maputo, 1996.

BARRACOSO, A. F. Zona de protecção das captações de água de Nacala, Relatório n° 1/GA/968, Serviço de Geologia e Minas, Lourenço Marques, 1968.

CMN (Conselho Municipal de Nacala), Informação sobre Nacala, Nacala, 2002.

CHTOL, T. M. e EVSTRÁTOV, G. Construções de edifícios e obras públicas em climas quentes, Editora Mir, Moscovo, 1987.

DDADR (Direcção Distrital de Agricultura e Desenvolvimento Rural- Nacala), Relatório de Fevereiro de 2003, Nacala, 2003.

DINAGECA (Direcção Nacional de Geografia e Cadastro), Fotografias aéreas pancromáticas, escala 1:20 000, n°s 239, 240, 286, 287, 328 e 329, Maputo, 1992.

DINAGECA (Direcção Nacional de Geografia e Cadastro), Cartas topográficas de Nacala, escala 1: 50 000, folhas 331, 332, 368 e 369, Maputo, 1969.

DINAGECA (Direcção Nacional de Geografia e Cadastro). Carta nacional de uso e cobertura de terra, escala 1:250 000, Maputo.

DUARTE, in **FERRÃO, J. M.**, Agricultura e Desertificação, AIJE, Lisboa , 1992.

- GERAP.** Projecto de consolidação das encostas da cidade de Nacala, 1983.
- GIL, A. C. ,** Como elaborar projectos de pesquisa, Atlas, São Paulo, 1988.
- HUDSON, N.** Soil conservation, Batsford Ltd, Londres, 1986.
- INIA (Instituto Nacional de Investigação Agronómica),** Carta nacional de solos, escala 1: 1000 000, Maputo, 1992.
- INIA (Instituto Nacional de Investigação Agronómica),** Legenda da carta nacional de solos, Série terra e água, Maputo, 1995.
- INE- II Recenseamento geral da população e habitação 1997 –** Província de Nampula, INE, Maputo, 1997.
- INPF, - Primeira Reunião Nacional de Planeamento Urbano: Situação das cidades de Moçambique –** Quelimane, Tete, Nampula, Nacala, Lichinga e Pemba, DNH, 1982.
- INPF, Plano Director de Nacala,** Maputo, 1985.
- LARSSON, R. A. e STRÖMQUIST, L. -** Uma abordagem prática sobre análise de imagens de satélite para o monitoramento ambiental, Uppsala Universitet, Sweden, 1993.
- MACIA, C. –** Erosão de solos na cidade do Chibuto e arredores, Dissertação apresentada em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Licenciatura em Geografia da Universidade Eduardo Mondlane, UEM, Maputo, 2001.
- MAHUMANE, M. S.** Relatório sobre a Geologia da área do Corredor de Nacala, ING, Maputo, 1988.
- MICOA (Ministério para Coordenação da Acção Ambiental).** Programa Nacional de Gestão Ambienta, 2000.
- MORGAN, R. P. C.-** Soil erosion and conservation, 2ª edição, Logman, England, 1996.

NORDSTROM, K.- Gully erosion in the Lesotho lowlands- A geomorphological study of the interactions between intrinsic and extrinsic variables, UNGI Rapport 69, Uppsala University, Sweden, 1988.

OMBE, Z.- A degradação dos solos nas terras altas de Chibuto, in EXTRA – nº7, Maio/Agosto, 1991.

PANGAYA, F. Cidade de Nacala: Controlo da erosão para um desenvolvimento urbano sustentável, Nacala, 1992.

PAULO, C. et al., Situação actual da urbanização em Nacala e elementos para a revisão do Plano Director, Nacala, 1995.

PEREIRA, I. & MACIA, C. Uma abordagem

PIRHONEN, V. Geotechnical erosion control works in Nacala, Mozambique, Nacala, 1991.

PIRHONEN, V.- Erosion control plans, CECN/FEI, Nacala, 1996

RUY, M. et al. – Recursos de terra e mar do distrito de Nacala, MICOA/CECN, Maputo, 1997.

SCHWAB, G. O. et al. – Soil and water conservation engineering, 3ª edição, John Wiley & Sons, Canada, 1981.

STOCKING, M. et al. – An improved methodology for erosion hazard mapping- part 1 : The technique, Geografiska Annaler- 70A, 1988.

TECNICA , Protecção e controlo de erosões da Bacia de Mocone e Cidade Baixa, Vol. 1, Protecção biológica, Maputo, 1992.

VAHANNE, P. et al., Erosion control by construction works, Final Report, Nacala, 1993.

VAN DIJK, K. e **CONTA, F.**- Estudo da Situação actual da erosão no distrito de Nampula e cidade de Nacala, MICOA, Maputo, 1996.

VAN DIJK, K. – Erosão e conservação dos solos em Moçambique, MICOA, Maputo, 1997.

XAVIER, C. et al, Estudo hidrogeológico para o melhoramento do abastecimento de água as zonas de expansão de Nacala.

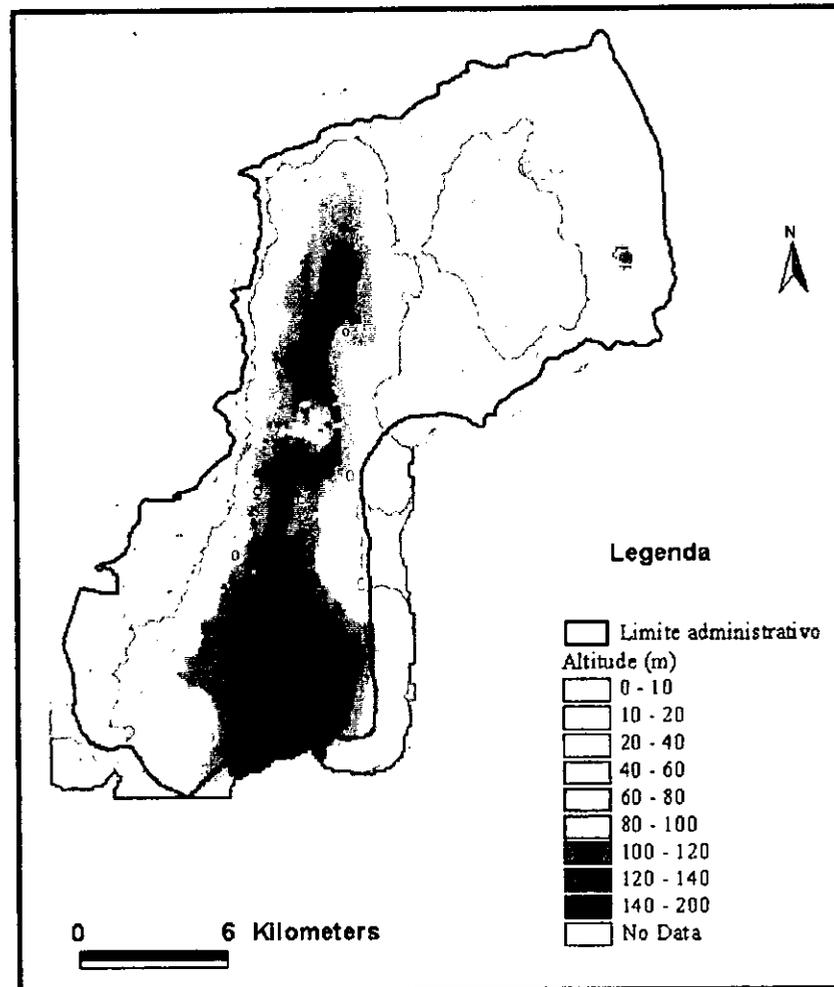
WHITLOW, R. – Mapping erosion in Zimbabwe: a methodology for rapid survey using aerial photographs, Applied Geography, 1986.

WHITLOW, R. – Potential versus actual erosion in Zimbabwe, Appli Geography, 1988.

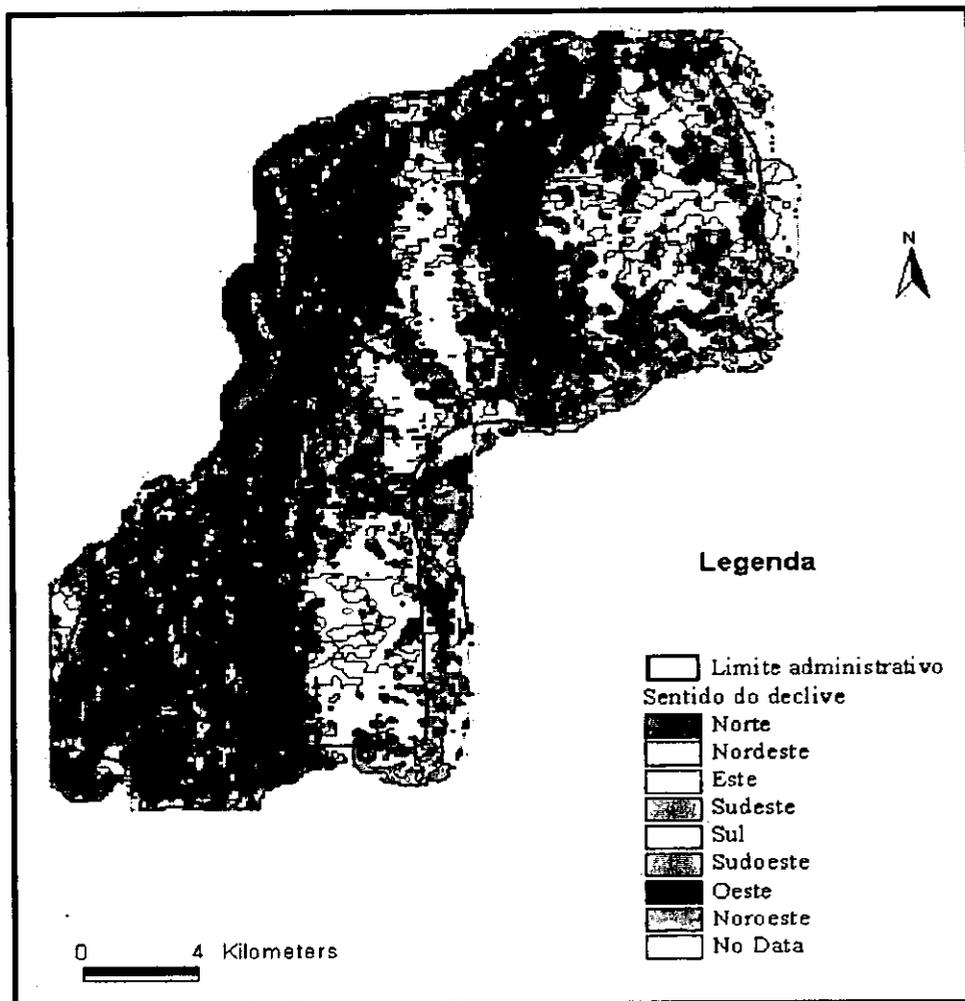
WHITLOW, R. – Erosão potencial versus erosão real no Zimbabwe. In Splash, vol. 6, nº 3 /4, Splash, Masero, 1990.

ZUBEREC, J. et al. Pesquisa geológica detalhada do jazigo de areia caulínica- Nacala, DNG, Maputo, 1984.

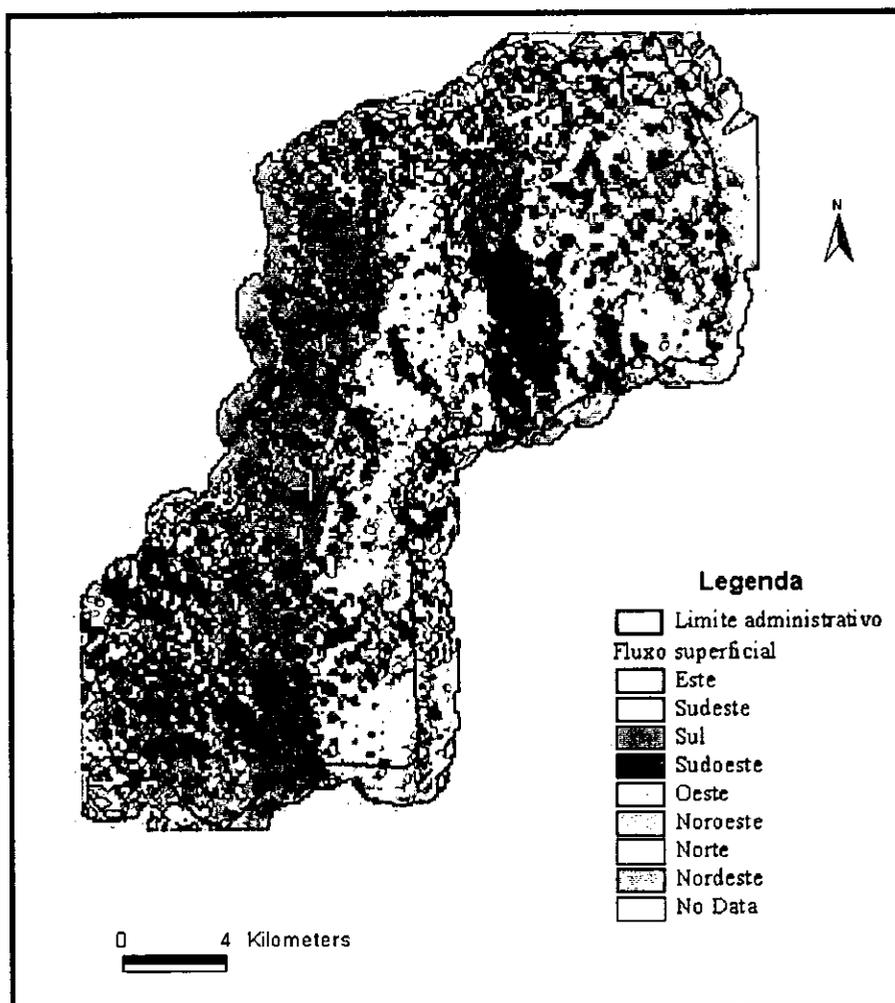
Anexo A - Mapas



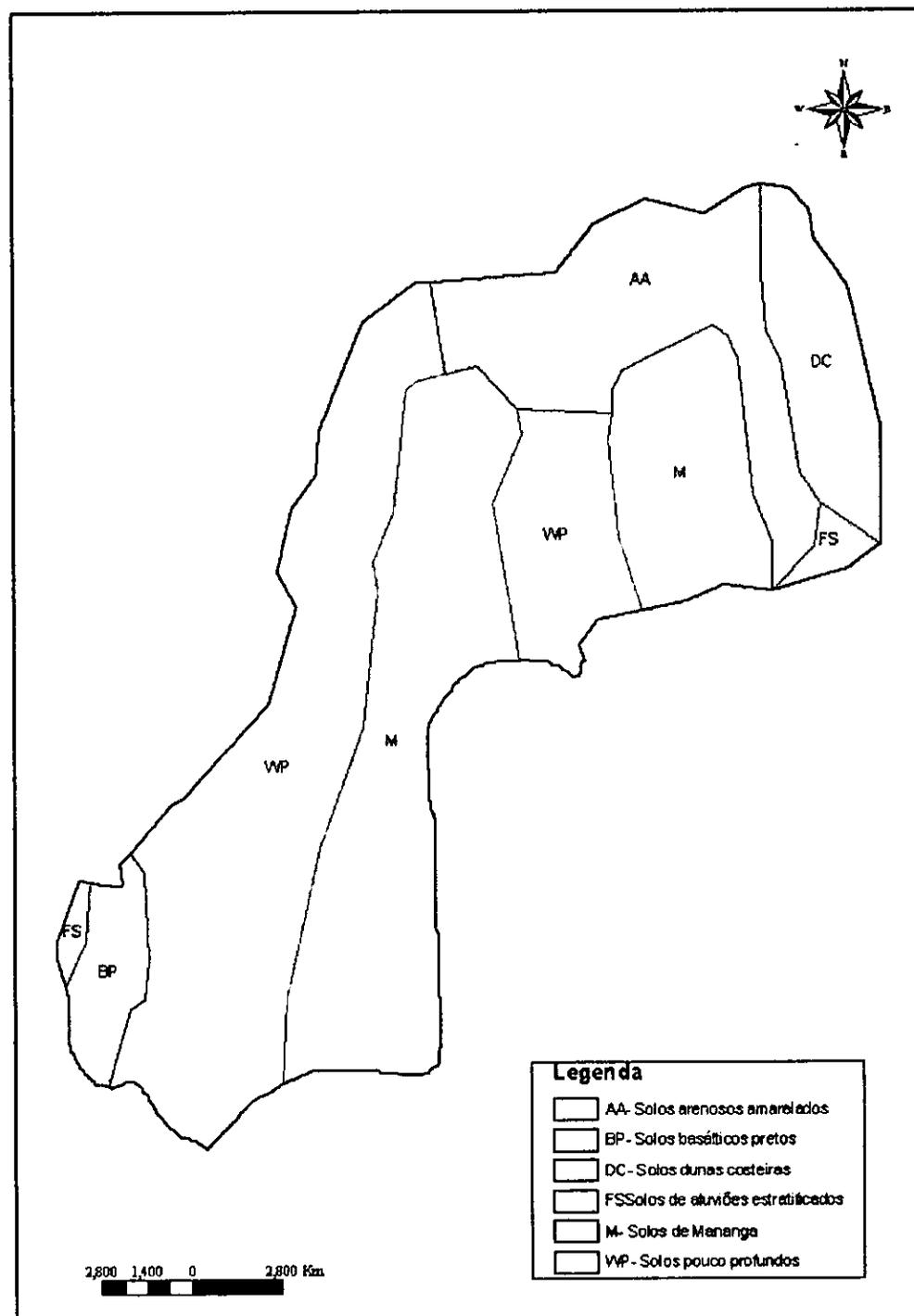
Mapa 2. Mapa de relevo
Fonte: DINAGECA / Elaborado pelo autor

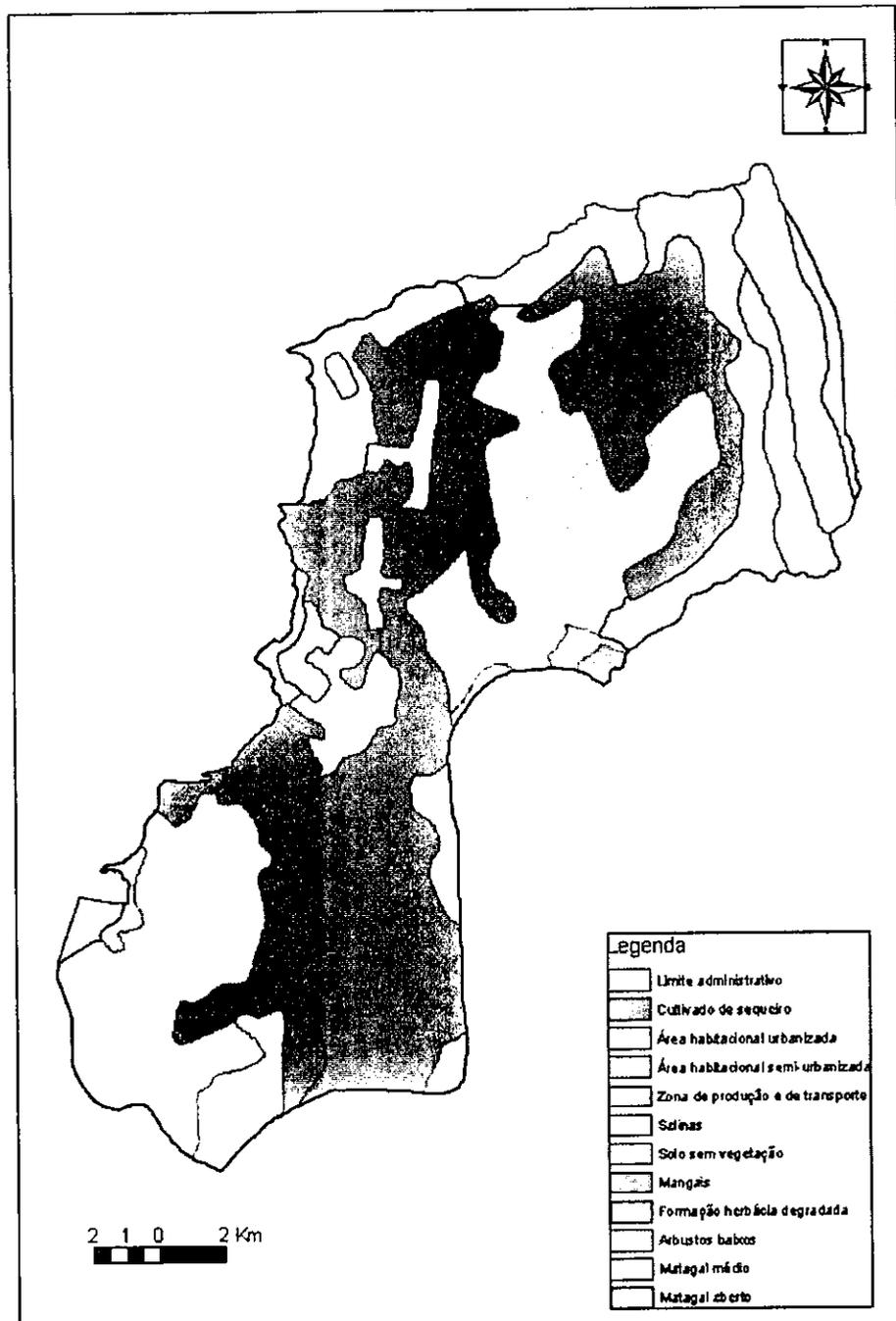


Mapa 3. Mapa de declive
Fonte: DINAGECA / Elaborado pelo autor

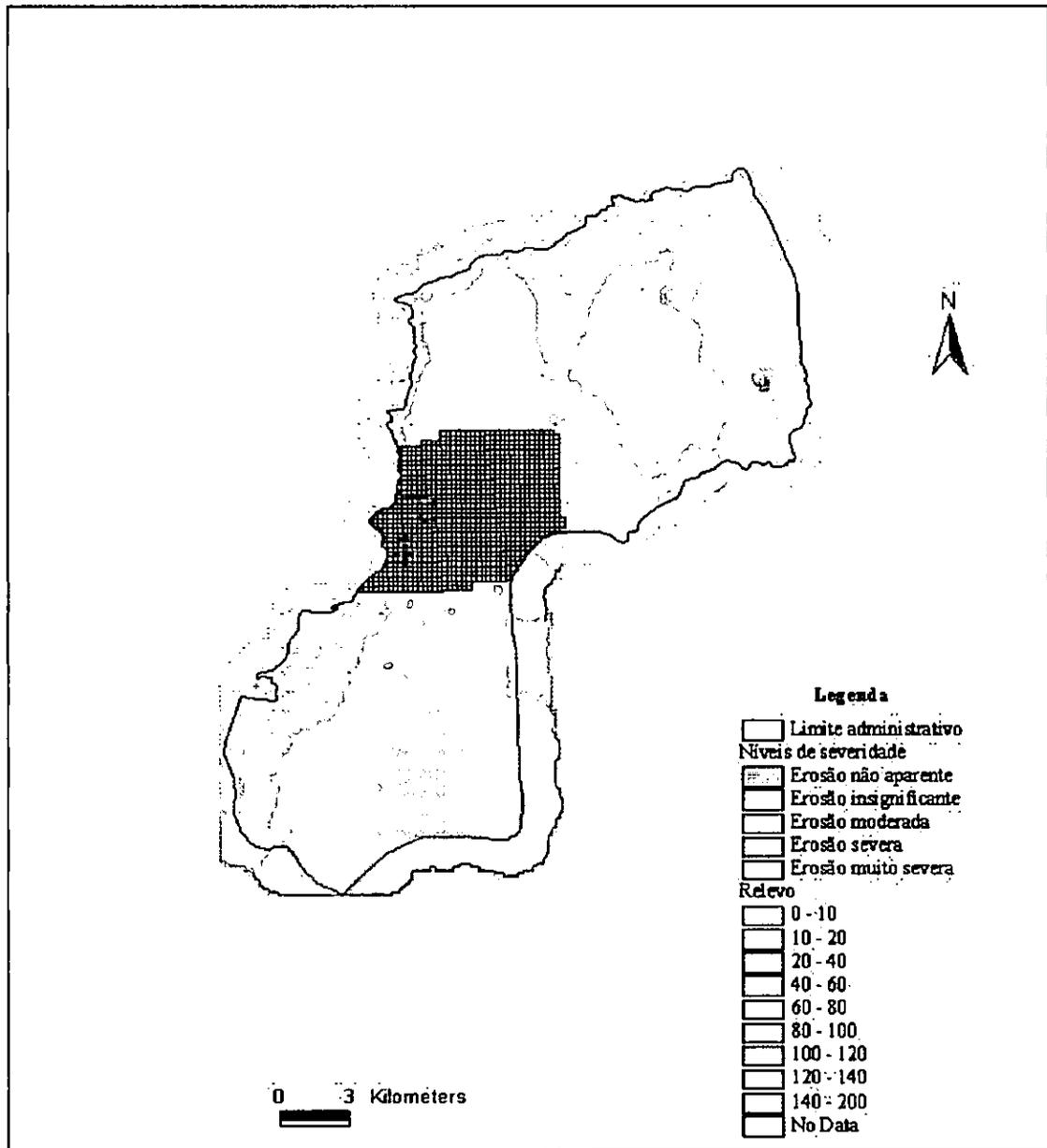


Mapa 4. Mapa de fluxo Superficial
Fonte: DINAGECA / Elaborado pelo autor

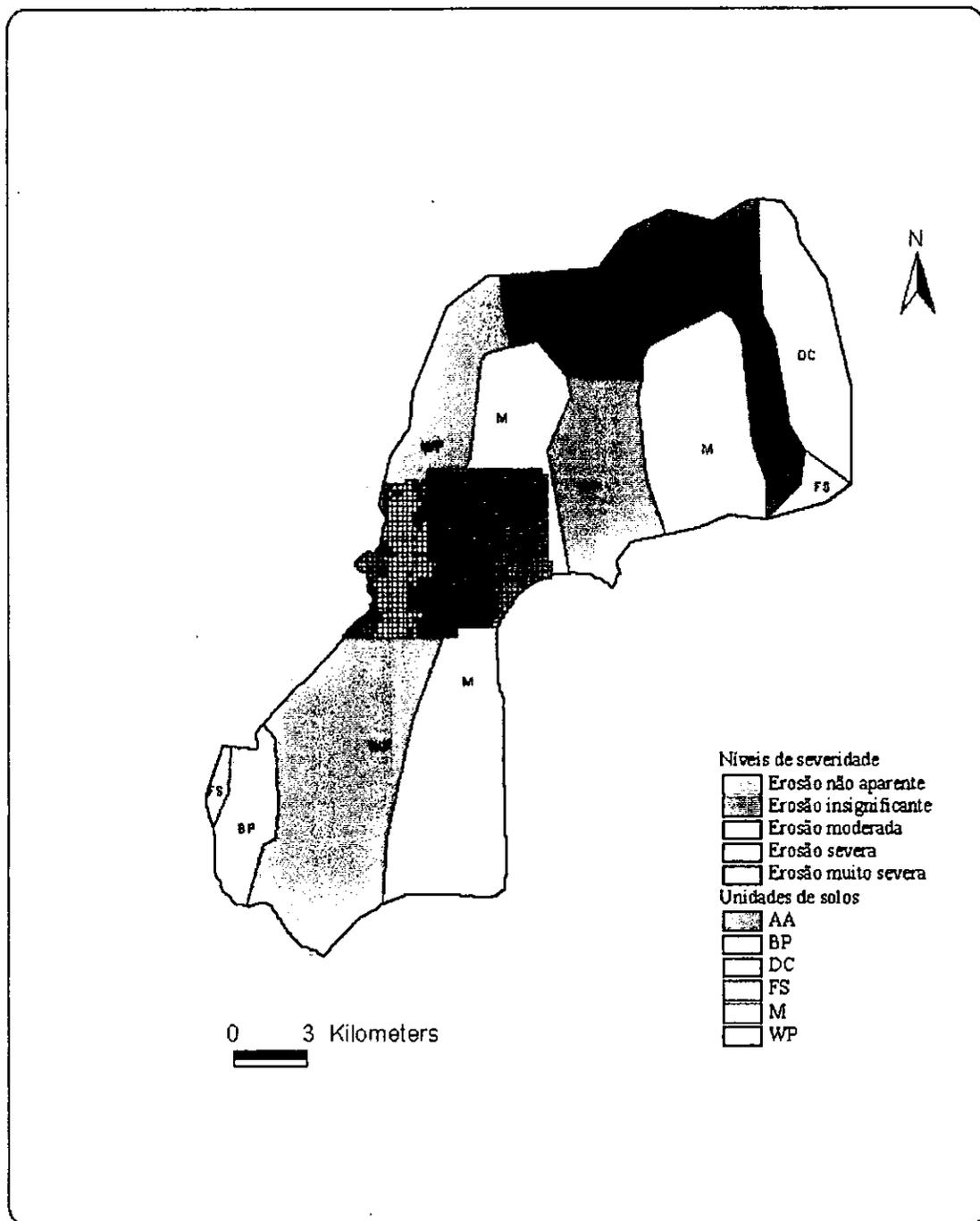




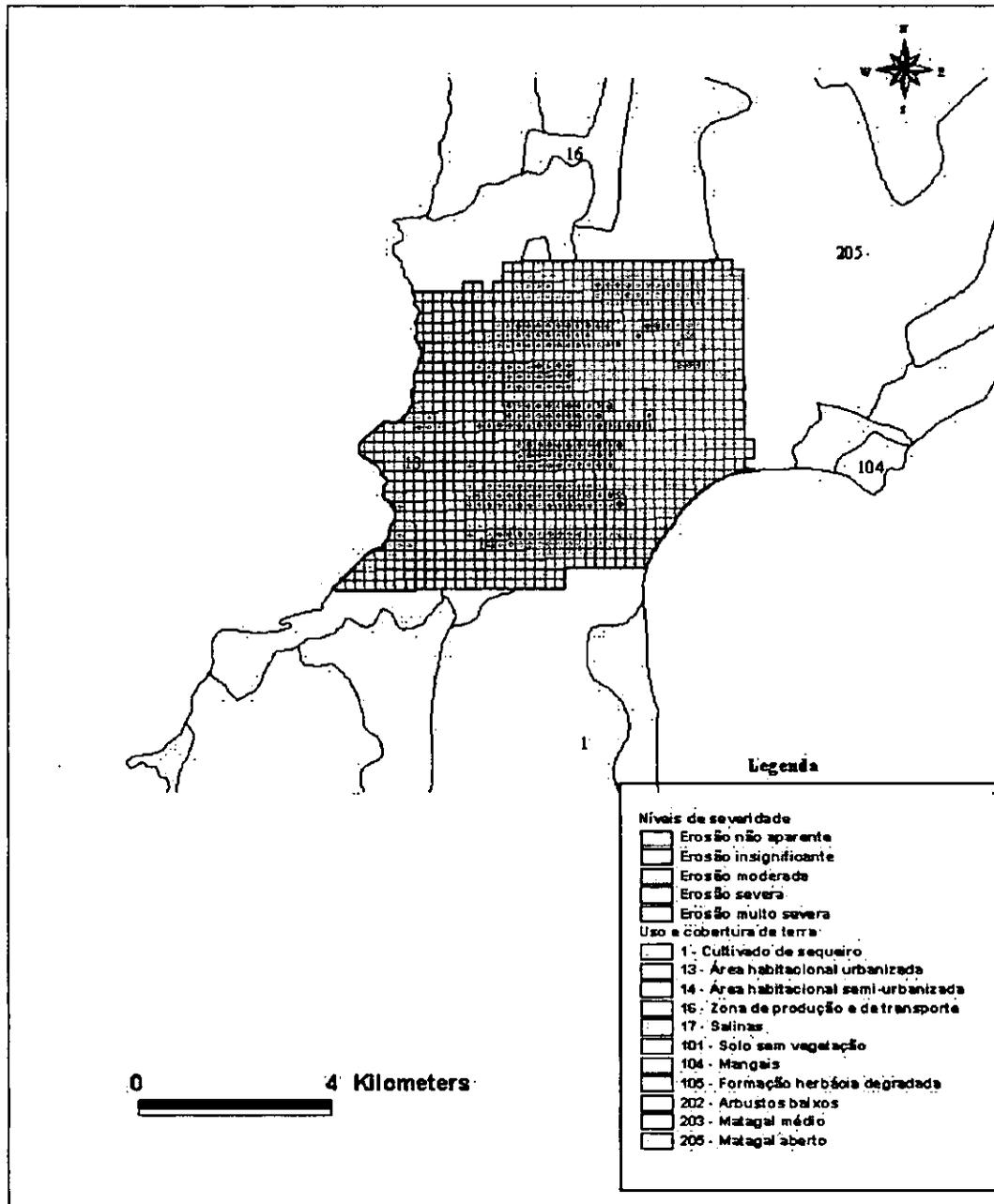
Mapa 6. Mapa de Uso e Cobertura de terra
 Fonte: DINAGECA/ Elaborado pelo autor



Mapa 8: Sobreposição do mapa 2 e mapa 7
 Fonte: Elaborado pelo autor.



Mapa 9. Sobreposição do mapa 5 e mapa 7.
 Fonte: Elaborado pelo autor



Mapa 10: Sobreposição do mapa 6 e mapa 7

Fonte: Elaborado pelo autor

Anexo B - Figuras

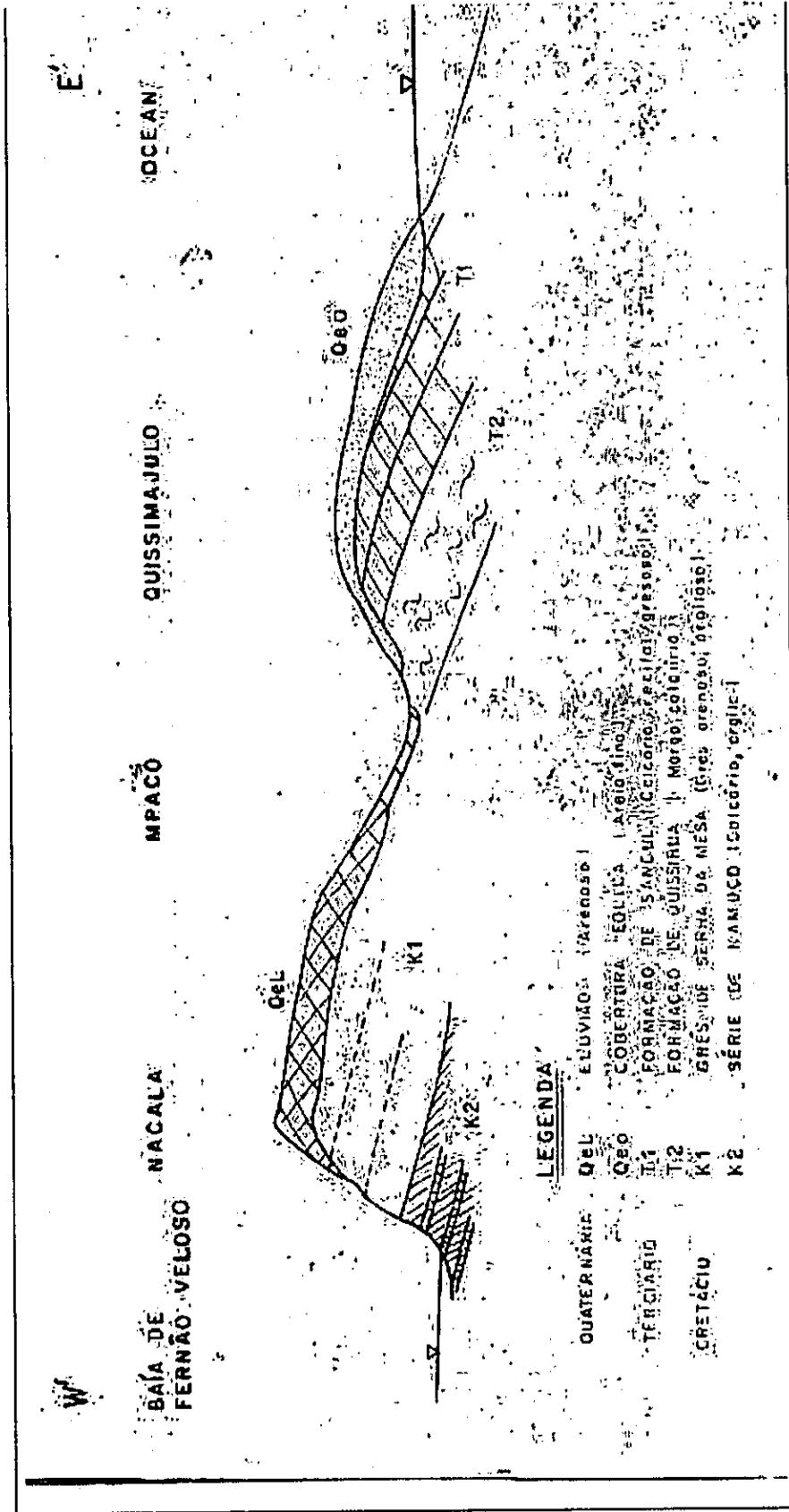


Figura 2. Corte geológico esquematizado de Nacala
 Fonte: Xaxier et al, 1993.

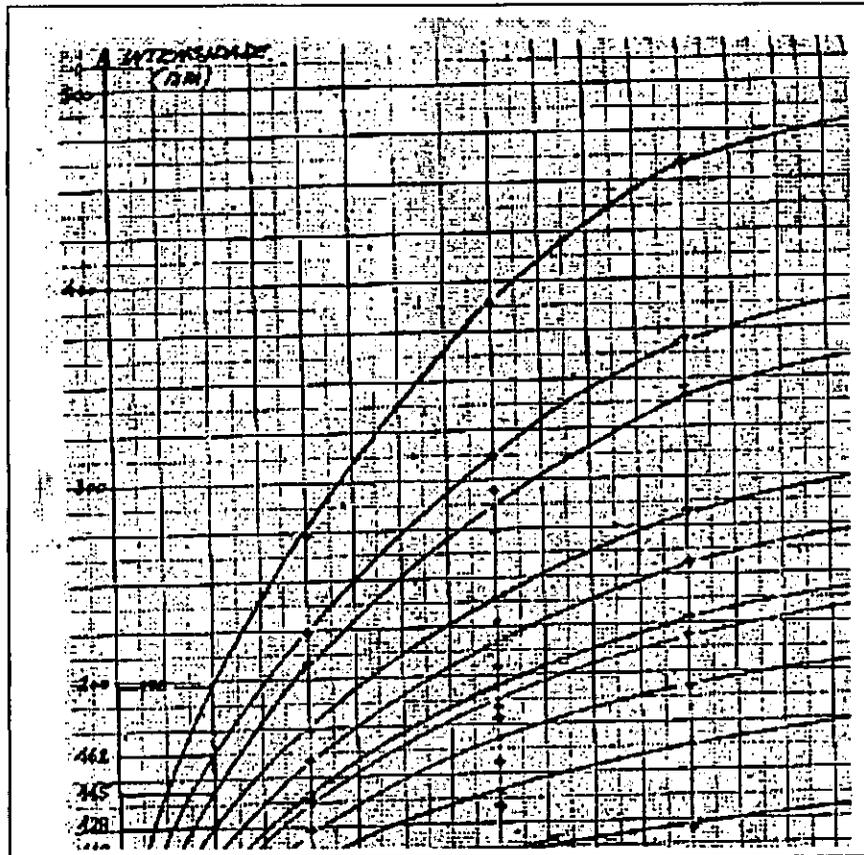


Figura 3. Diagrama sobre períodos de retorno.
 Fonte: Pirhonen, 1996.



Figura 4: Fase inicial do processo erosivo

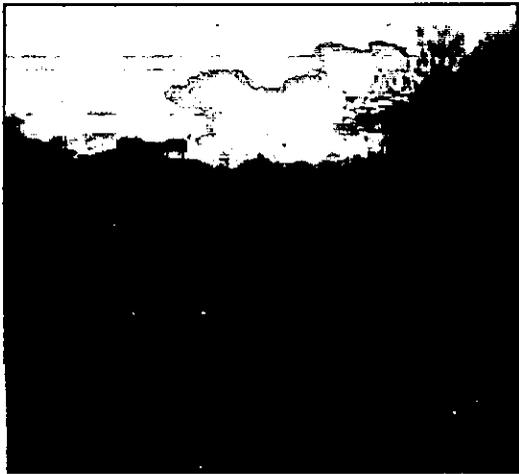


Figura 5.a. Ravina no Bairro Mocone



Figura 5.b. Ravina no Bairro Mocone com gabião destruído ameaçando habitação



Figura 5.c. Ravina na área residencial do B. Ribaué



Figura 5.d. Ravina na área urbana do B. Maiaia numa estrada não pavimentada

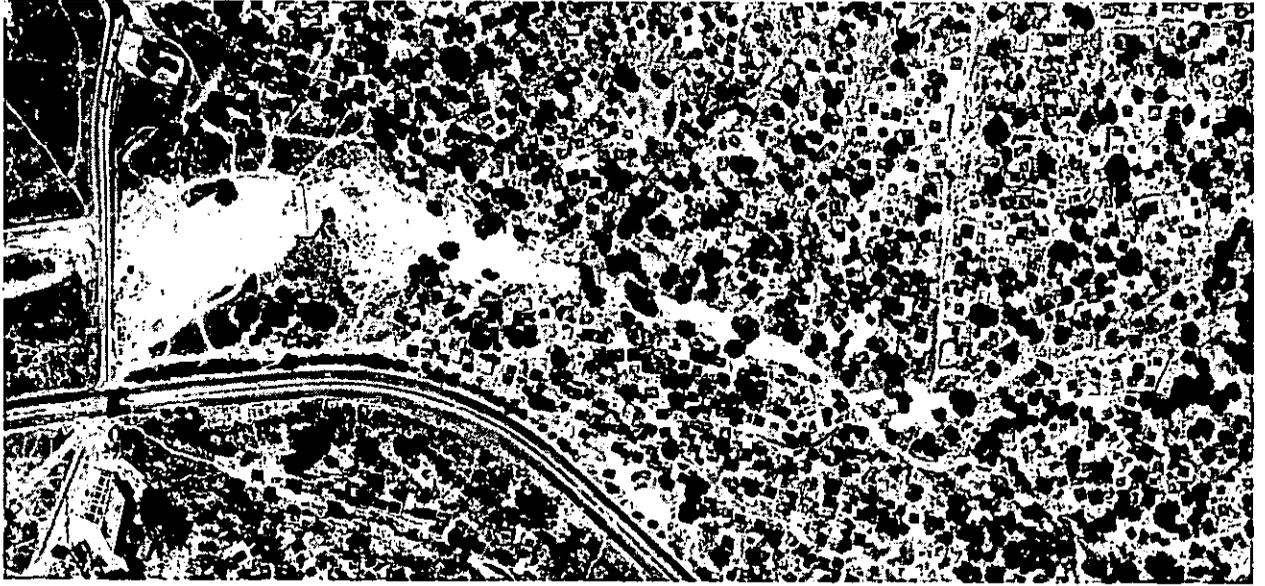


Figura 6. Ravina de grandes dimensões no B. Mocone (fotografia aérea)



Figura 7. Ocupação ilegal (agricultura e habitação) numa área propensa a erosão



Figura 8. Casa correndo risco de desabar por falta de tratamento do quintal



Figura 9. Sargeta entupida por falta de manutenção na área urbana.

Anexo C – Gráficos

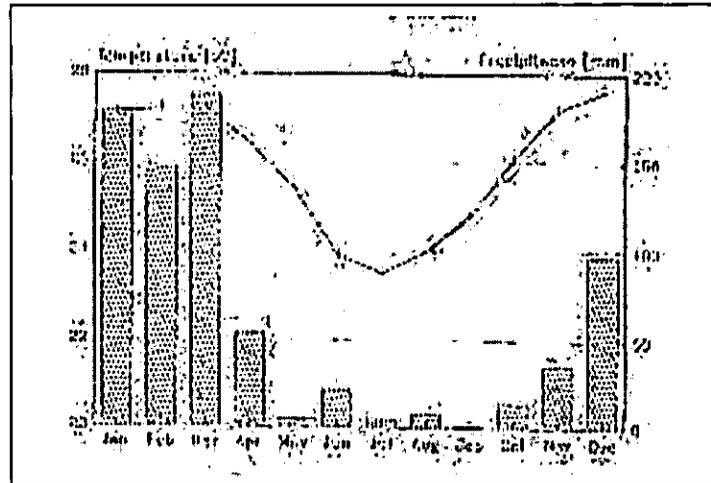


Gráfico 1a: Dados climatológicos de 8 anos (antes de 1957)
 Fonte : Xavier et al, 1993

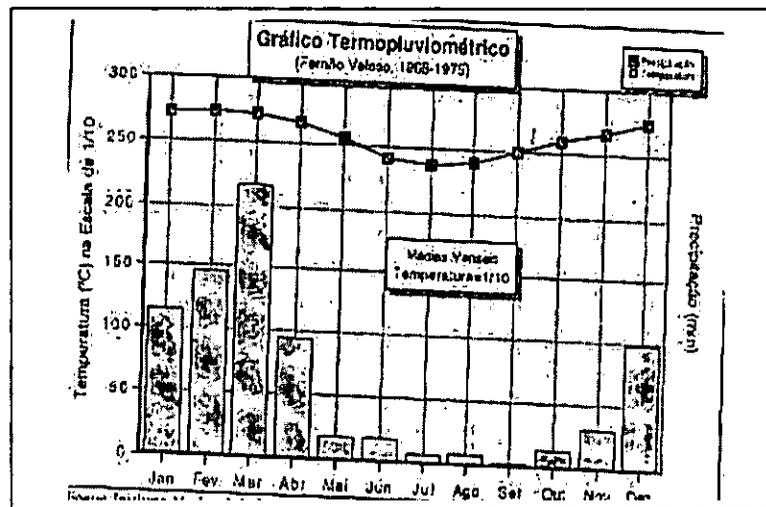


Gráfico 1b: Dados climatológicos (1965 - 1975)
 Fonte: Amade, 1996.

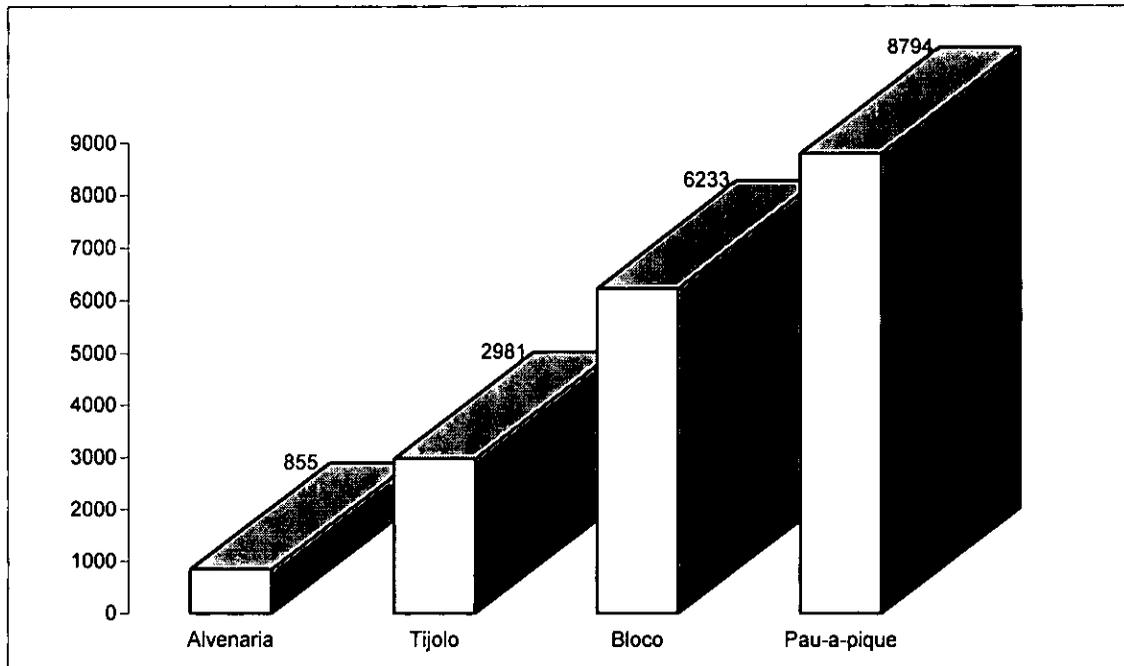


Gráfico 2a. Distribuição do tipo de habitação em 1981
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da DPINPFH-Nampula in GERAP, 1992.

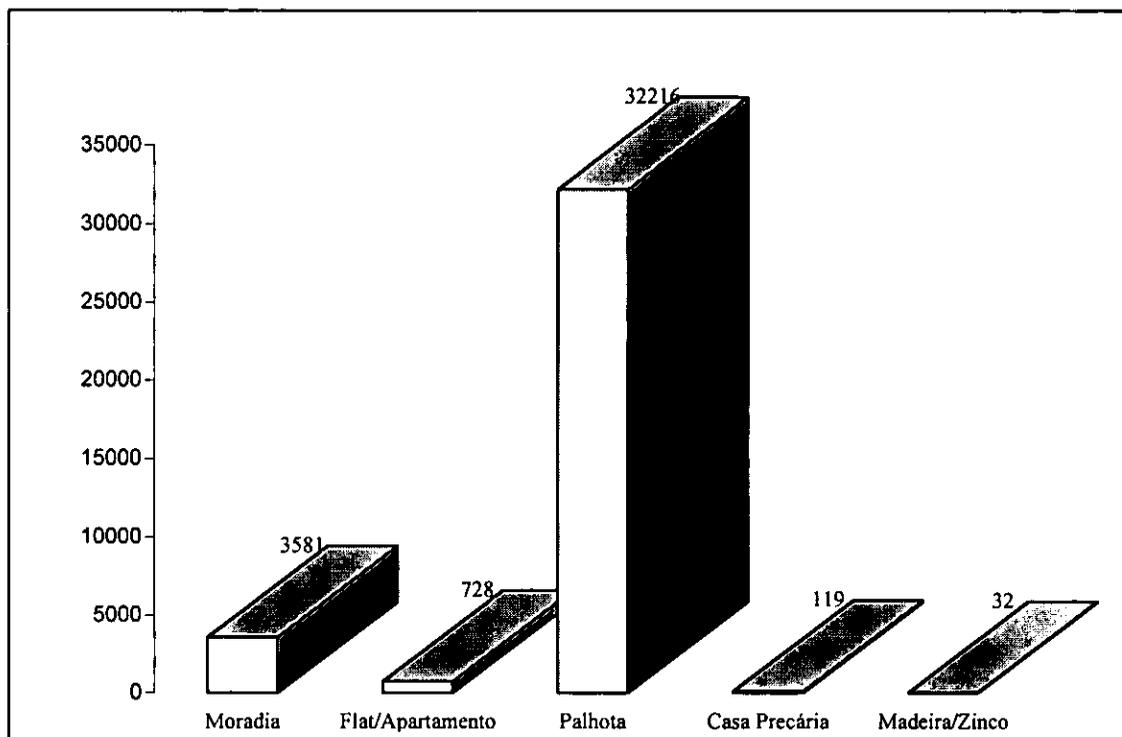


Gráfico 2b. Distribuição do tipo de habitação.
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados do INE, 1997

Anexo D - Tabelas

Tabela 1. Classificação da erosão de barranco de acordo com o sistema SARCCUS

G1; Nenhuma aparente	Nenhuma	Nenhum indício visível de erosão na foto aérea (ou na imagem satélite): O nível de manejo mostra-se ser alto.
G2; Ligeira		Claramente observada nas fotos aéreas, usualmente até 1 metro de profundidade. Não pode ser atravessada por máquinas agrícolas.
G3; Moderada		Padrões intrincados de ravinas profundas (principalmente de 3-5m de profundidade) expondo secções inteiras de solo em certos lugares. Restam muitas "ilhas" da camada superior do solo.
G4; Severa		Paisagem dividida e truncada por grandes (3 a 5m de profundidade) ravinas. 25% a 50% da área é improdutivo.
G5; Muito severa		Ravinas grandes e profundas (frequentemente >5m) denudaram mais de 50% da área.

Fonte: Larsson e Strömquist, 1993.

Tabela 6. População censada em Nacala em 1980

Bairro	Nº de famílias	Nº de habitantes
Maiaia	967	3.832
Bloco I	244	1.048
Triângulo	3.014	13.023
Mocone	3.312	14.693
Tielela	1.582	5.476
Matola	858	3.493
Muanona	1.876	6.915
Murrupelene	1.253	4.709
Ontupaia	1.582	5.841
Mupete	984	3.638
Ribaué	1.161	5.217
Nuaia	909	3.375
Mathapué	971	3.842
Naherenque	1.070	3.996
Muzuane	610	2.244
Quissimajulo e Chivato	1.018	3.859
Total	21.414	85.211

Fonte: Recenseamento Geral da População de 1980

Tabela 7. População censada em Nacala em 1997

Bairros	Nº de Habitantes
Bloco I	9.685
Maiaia	4.918
Mathapue	13.121
Mocone	22.491
Nauaia	4.993
Ontupaia	12.355
Ribaué	10.988
Triângulo	31.096
Muzuane	4.121
Naherenque	5.662
Namicuto	189
Mutiva	1.446
Chivato	1.434
Quissimajulo	5.496
M'paco	291
Lili	1.128
Janga	2.217
Mahelene	2.626
Muembe	1.450
Locone "A"	686
Guanambia	2.538
Matola	1.916
Mupete	5.151
Muanona	3.117
Locone	2.147
Muxilipo	1.479
Navenene	656
Josina	714
Matalane	1.920
Mortomua	739
Namissaca	1.478

Fonte: INE, 1997

Errata

Página	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Deve-se ler
vi	6	1	... irmas	... irmãs
4	1	3	... 1:20,000...	... 1:20 000...
6	1	3	... Global Position Sistem...	... Global Position System...
7	4	3	... área de 400 Km	... área de 400Km ²
8	1	1	... a Norte pela Baía...	... a Norte pela Baía...
8	1	2	distritos de Mussuril...	... distrito de Mossuril...
8	1	4	... com a Baía de Maiaia.	... com a Baía de Maiaia.
10	3	4	terrestre (Ibid, 1981:92).	Terrestre (Schwab et al. 1981:92)
14	1	10	Pirhonen, 1996:8...	Pirhonen (1996:8),...
15	1	7	solar, providência...	Solar, providencia...
18	1	7	...(mapeando a a grande escala)...	...(mapeando a grande escala)...
21	2	4	... e um permeabilidade...	... e uma permeabilidade...
21/22	5	5	...(Afonso, 1978:133)	...(Afonso, 1978:133).
23	3	3	... média anual é	... média anual é
24	1	4	...(por exemplo... 1994.	...(por exemplo... 1994).
24	2	4	... média anual...	... média anual...
28	1	1	... aluvionar holocenica..	... aluvionar holocénica...
30	1	2	... Lile, Janga...	... Lile e Janga...
33	1	1	... INPF (1982:)...	... INPF (1982:9/10)...
33	1	2	... movimentos migratório...	... movimentos migratórios...
38	2	3	A precipitação anual...	A precipitação anual...
41	3	9	... tem contribuindo...	... tem contribuído...
44	3	3	... severidade que chegam...	... severidade chegam...
49			• Referências bibliográficas	Referências bibliográficas

CURRICULUM VITAE

Identificação

Apelido: Saçoor

Nomes: Charfudin Nicos Jussub

Idade: 28 Anos

Data de Nascimento: 7 de Maio de 1975

Lugar de Nascimento: Cidade de Nacala, Provincia de Nampula

Nº de B.I.: 110080735K, de 03 de Maio de 2000 em Maputo

Estado civil: Solteiro

Filiação: Jussub Saçoor e Maimuna Ussumane Abdul Suamado

Formação Académica

Ensino Superior: Universidade Eduardo Mondlane- Faculdade de Letras-Curso de Geografia de Geografia.

- **2002-2003:** 5º Ano- Conclusão de Cadeiras e elaboração de Tese de Licenciatura(Actualmente).
- **2001-2002:** Conclusão do 4º ano.
- **2000-2001:** Conclusão do 3º ano.
- **1999-2000:** Conclusão do 2º ano.
- **1998-1999:** Conclusão do 1º ano.

Ensino Pré-Universitário: Escola Secundária 1º de Maio de Nampula.

- **1996:** 12ª Classe do Ramo de Ciências Sociais e Humanas.

Ensino Secundário Geral Básico: Escola Secundária de Nacala.

- **1994:** 10ª Classe do SNE.

Ensino Primário do 2º Grau: Escola Secundária de Nacala.

- **1989:** 7ª Classe do SNE.

Ensino Primário do 1º Grau: Escola Primária 7 de Abril de Nacala.

- **1987:** 5ª Classe do SNE.
-

Informática

- Domínio de OFFICE: Ambientes Word, Excell, Power Point, Access
 - Domínio de GIS: Software Arc View 3.2, Arc Map 8.1, Idrisi, Mapinfo.
 - Domínio de GPS, SCAN, Mesa Digitalizadora, e Internet Explorer.
-

Línguas

- Português: Falado e Escrito-Fluientemente.
 - Inglês: Falado e Escrito-Razoavelmente.
 - Francês: Falado e Escrito-Razoavelmente.
 - Mácuá: Língua Materna.
-

Experiências de Trabalho

- Inqueridor no CEP (Centro de Estudo de População); sob orientação da dr. Adelaide Liquidão.
 - Açessor na Ara-Sul no Projecto de mapeamento de áreas irrigadas de cana de açúcar em Xinavane; sob orientação do Eng. Cinisse
-

Contacto

- Bairro 25 de Junho, Rua Ana Paula nº 905-Maputo
- Telefone: Cel. 082 306 757, E-mail: chanic1975@yahoo.com.br