

GT-62



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE LETRAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

A 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

Clemente José Macia

Maputo, 2001

GT-62

A 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 por **Clemente José Macia**

Departamento de Geografia
Faculdade de Letras
Universidade Eduardo Mondlane

Supervisor: dr. Inocêncio Pereira

Maputo, 2001

O Júri:			
O Presidente	O Supervisor	O Oponente	Data
<i>Raimundo Chissano</i>	<i>J. Pereira</i>	<i>José Macia</i>	1 / 1

F. LETRAS D.E.M. ⁰⁴
R. E. 27/92
DATA 7/10/2002
AQUISIÇÃO aberta
COTA GT-62

631.6.02(679)
M152 e

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.

Agradecimentos

Quero antes de mais nada homenagear aos meus pais por me terem trazido ao mundo e embora não soubessem aonde ia terminar, sempre me incentivaram a estudar. Obrigado!

Diversas pessoas e instituições colaboraram, de uma maneira ou de outra, na realização deste trabalho e apoiaram em uma ou várias etapas do longo processo de desenvolvimento da pesquisa e elaboração do relatório. Desculpando-me, de antemão, pelas inevitáveis omissões, gostaria de expressar meu reconhecimento:

Ao NET (Núcleo de Estudos da Terra e Desenvolvimento da Universidade Eduardo Mondlane, pela bolsa de estudo com que me beneficieei durante a realização da pesquisa, sem a qual este trabalho não teria sido possível.

Sou muito grato ao dr. Inocêncio Pereira, meu supervisor, que desinteressadamente, emprestou todo o seu saber e experiência na discussão das ideias que formaram o corpo do projecto que se tornou depois a espinha dorsal deste trabalho. A partir das suas críticas valiosas e sinceras e profundos comentários reflecti sobre os vários aspectos importantes do conteúdo.

Agradeço com o mesmo calor o Eng^o Jacinto Mafalacusser, do INIA, pelos ensinamentos básicos do ILWIS e pelo apoio na digitalização e elaboração dos mapas da área de estudo, muito obrigado Jack.

Sou grato a todos os docentes do Departamento de Geografia da Universidade Eduardo Mondlane pela oportunidade que me proporcionaram de aprender num clima de seriedade intelectual e proficuo intercâmbio de ideias e pesquisa.

Sou também grato ao Dr. Zacarias Ombe pela ajuda na delimitação da área, material e sua experiência sobre a área.

Fica o meu grande reconhecimento aos meus colegas do curso de geografia, principalmente os da turma de 1996/1997 os quais muitas ideias ao longo do curso foram debatidas entre eles incluo: Adelaide Liquidão, Maria Alfeu, Pedro Duce, Adalberto Matusse, Pires Cordeiro, Agostinho Fernando, Manuel Oliveira, Emídio Nhantumdo e outros.

Ao José Maria David, meu colega e amigo, pelo apoio no trabalho do mapeamento de erosão no campo com o seu GPS. Obrigago David!

Ao dr. Boaventura Cau, dr. Paulo Covele, dr. Delino Nhanlungo pelo material e moral dado.

Às instituições que facilitaram e apoiaram a pesquisa: INIA, INE, DINAGECA, CMCC, CEA, INAM, CENACARTA, pelas indicações bibliográficas, dados e mapas.

Aos informantes, pela generosidade com que me acolheram, aceitaram participar na pesquisa e responderam às perguntas.

Dedicatória

À minha família, nas pessoas dos meus pais, José Machenganhane Macia,
Delfina Novela e Rita Cossa.

Abreviaturas

CEA - Centro de Estudos africanos

CENACARTA – Centro Nacional de Cartografia e Teledectecção

CMCC- Concelho Municipal da cidade de Chibuto

DINAGECA- Direcção Nacional de Geografia e Cadastro

DNG- Direcção Nacional de Geologia

DTM- Digital Terrain Model

EN- Estrada Nacional

FAO- Food And Agricultural Organization

GPS- Global Position Sistem

INE- Instituto Nacional de Estatística

INIA- Instituto Nacional de Investigação Agronómica

MICOA- Ministério para a coordenação da Acção Ambiental

SIG- Sistema de Informação Geográfica

SLEMSA- Soil Loss Estimation Model for Southern Africa

SOGAZA- Sociedade de descasque de arroz de Gaza

UEM- Universidade Eduardo Mondlane

USLE - Universal Soil Loss Eqution

Resumo

Este trabalho aborda a problemática da erosão de solos na cidade do Chibuto e arredores, na região Sul do distrito do Chibuto, Província de Gaza. O propósito do presente trabalho é avaliar de uma forma inter-relacionada os factores que afectam a erosão de solos neste espaço geográfico, dado que a erosão resulta da interacção de factores naturais e humanos.

Para o alcance dos objectivos traçados recorreu-se à revisão bibliográfica, análise e interpretação de cartas e mapas da área de estudo, seguido de avaliação visual no terreno (trabalho de campo) auxiliado por um pequeno questionário dirigido a um certo grupo de informantes chaves. Os dados foram processados e interpretados no programa informático ILWIS 2.2.

A pesquisa constatou que o processo de degradação de solos não é tão recente como tem sido reportado, ele vem acontecendo desde há anos, este facto lido pelo abandono de certas áreas outrora produtivas mas que hoje tornaram se campos marginais. Todavia, aquilo que é hoje grande dilema, é a abertura de imensuráveis ravinas datadas de 1992.

A erosão mais importante na área de estudo é do tipo pluvial, embora na estação seca se registre a erosão eólica. As causas são a irregularidade das chuvas, fraca cobertura vegetal, construção e cultivo nas encostas, fraca estrutura do solo e a apascentamento de gado nas encostas íngremes. A interacção destes factores resultou na compactação de solos e na abertura de sulcos e ravinas que ocorrem na área de estudo.

Índice geral

Declaração.....	i
Agradecimento.....	ii
Dedicatória.....	iv
Abreviatura.....	v
Resumo.....	vi
Lista de Quadros.....	vii
Lista de figuras.....	vii
Lista de mapas.....	vii
Capítulo I.....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Motivação: O problema de estudo.....	3
1.3. Objectivos e pressupostos.....	5
1.3.1 Objectivos gerais:.....	5
1.3.2 Objectivos específicos:.....	5
1.3.3 Pressupostos.....	5
1.4. Materiais e procedimento metodológico.....	6
1.4.1 Materiais utilizados.....	6
1.4.2 Procedimentos metodológicos.....	7
1.5. Descrição da área de estudo.....	9
1.5.1 Localização da área de estudo.....	9
1.5.2 Geologia, litologia e geomorfologia.....	10
1.5.2 Solos.....	12
1.5.4 Clima.....	15

x1.5.5	Uso e cobertura da terra.....	17
1.6	População 1980 e 1997.....	20
Capítulo II.....		22
2	Quadro teórico-conceptual.....	22
x2.1	Solo e uso da terra.....	22
2.2	Erosão e sua classificação.....	23
2.2.1	Erosão quanto à origem.....	25
2.2.2	A erosão quanto ao mecanismo.....	26
2.3	Modelos de estudo de erosão de solo.....	29
Capítulo III.....		34
3	Estudo de erosão de solos na área de estudo.....	34
3.1	Descrição geográfica da área de estudo quanto à erosão.....	34
3.2	Discussão dos problemas de erosão de solos na área de estudo e sua avaliação.....	39
Capítulo IV.....		42
x4	Discussão e resultados.....	42
4.1	Impacto da erosão dos solos no Chibuto e arredores.....	42
4.2	Causas principais desta situação.....	43
4.3	Dimensão espacial da erosão dos solos em Chibuto e arredores.....	45
4.4	Medidas de combate.....	48
Capítulo V.....		50
5.	Conclusões.....	50
6.	Bibliografia e anexos.....	51
6.1	Bibliografia.....	51

Lista de Quadros

Quadro 1: Solos da planície arenosa.....	13
Quadro 2: Solos da plataforma de mananga.....	13
Quadro 3: Solos aluvionares.....	14
Quadro 4: Dados históricos da estação meteorológica do Chibuto.....	17
Quadro 5: Distribuição da população residente pelos bairros.....	20

Lista de Figuras

Figura 1: Fluxograma do procedimento metodológico.....	9
Figura 2: Diagrama da classificação da erosão de solos.....	24
Figura 3: Esquema da relação entre os diferentes tipos de erosão pluvial.....	28

Lista de Mapas

Mapa 1 e 1A: enquadramento geral da área de estudo
Mapa 2: Esboço geológico da área de estudo
Mapa 3: Esboço pedológico da área de estudo
Mapa 4: Mapa de uso e cobertura de terra da área de estudo
Mapa 5 e 5A: Mapa de declives classificados e DTM
Mapa 6 e 6A: Mapas das principais ravinas na área de estudo

Capítulo I

1. Introdução

1.1. Contexto

A preocupação pela conservação e correcta utilização dos recursos naturais é, a nível mundial, cada vez mais acentuada. Esta preocupação ganha maior importância no mundo rural que, para desenvolver as suas principais actividades necessita de lançar a mão a recursos naturais fundamentais, como sejam a terra, na sua forma de solo, a água e recursos florestais (Araújo, 1997). Estes recursos são indispensáveis para o desenvolvimento das principais actividades do mundo rural e não só.

É no solo onde se desenvolvem as plantas terrestres, se pratica a agricultura e se fixam as infra-estruturas económicas e sociais e a habitação. Segundo Cattizzone e Muchena (1994), o solo constitui uma parte fundamental do meio natural em que se desenvolvem os seres humanos e outras formas de vida, podendo sustentar quase todos os ecossistemas biológicos da terra; é do solo que os seres humanos obtêm 99% dos alimentos que consomem, bem como os materiais para habitação. Estas funções da terra mostram que o solo é importante.

Apesar de se reconhecer a importância do solo para sociedade e para a natureza, nem sempre é utilizado de maneira a assegurar, a longo termo, a sua capacidade de cumprir as suas múltiplas funções. Ele sofre degradação acelerada por erosão devido à actividade humana, que não observa a necessidade de sustentabilidade.

Na África Austral estudos sobre erosão e conservação de solos foram realizados como o de Chirtiansson et al (1993) na Tanzania, concretamente na área de Kondoa; outros estudos foram desenvolvidos no Zimbabwe por Sola Lovemore (1993) e na África do Sul nas regiões de Tsolo, Elliot e Quentown. Ainda no Zimbabwe foi

desenvolvido o modelo para estimar a perda de solo aplicável para os países da África Austral - o SLEMSA (Soil Loss Estimation for Southern Africa) de autoria de Elwell e Stocking em 1982.

No nosso país este modelo foi usado para o estudo sobre o risco de erosão tendo resultado no mapa de risco de erosão do solo de Moçambique à escala 1:2 000 000.

Este mapa mostra os locais potenciais para a ocorrência de erosão a nível nacional e resultou de estudo de apenas factores naturais como as características dos solos, clima, topografia e cobertura vegetal. A sua elaboração não teve em conta a acção da actividade humana (manejo das culturas, habitação e pastagens). Daí que, áreas consideradas de baixo nível de erosão de acordo com o mapa podem apresentar problemas graves de erosão, no terreno. Por exemplo, a erosão tem vindo a afectar muitas áreas do País, os casos mais reportados são a erosão costeira na cidade da Beira, da cidade de Nacala, do bairro da Polana Caniço na cidade de Maputo e recentemente a do Chibuto. Estes lugares pequenos não são devidamente caracterizados em mapas de escala menor como o de Wambeke (1986).

Ombe (1991) diz que as águas que correm do cume das encostas para as baixas frequentemente causam danos às construções e outras infra-estruturas (estradas e diques). Contudo, adianta o mesmo autor que factores adicionais, para além dos factores naturais como a intensidade da precipitação, declive e capacidade de infiltração, a acção humana deve estar a contribuir para a elevada erosão potencial.

O presente trabalho aborda a erosão do solo pela água, e tem como principal objectivo identificar e analisar de uma forma integrada e relativamente detalhada os factores que interferem na erosão de solos na cidade do Chibuto e arredores.

1.2. Motivação: O problema de estudo

O interesse pelo estudo da erosão de solos deveu-se aos seguintes factores:

Chibuto sob ponto de vista topográfico não é muito acidentado, apresentando relevo ondulado oscilando entre 8 e 155 metros de altitude, o que sugere à primeira vista, que a topografia não é o factor primário da erosão de solos na área de estudo. A própria cidade de Chibuto e arredores, situam-se numa zona cuja pendência ou declive médio é apenas de 10% de declive partindo da zona urbanizada para zonas periféricas (Novo Moçambique, 2000:4). Todavia, a topografia determina a susceptibilidade da erosão, principalmente nas terras não cobertas de vegetação natural e de solos de textura fina. Um outro facto, particular na área de estudo, está relacionado com o facto de a vegetação natural ter sido substituída, em grande parte, por vegetação secundária predominante de campos cultivados com culturas alimentares e árvores de fruta onde o cajueiro é mais representativo, nas zonas periféricas da cidades, sendo inexistentes no núcleo da cidade.

Na área de estudo vive-se uma densificação e expansão habitacional das casas e de abertura de caminhos, o que têm resultado no aumento do escoamento superficial. Recorde-se que a cidade de Chibuto serviu de refúgio aos deslocados de guerra provenientes de outras áreas do distrito do Chibuto o que resultou na construção de habitação em locais de riscos como as encostas e as zonas baixas (Ombe, 1991).

De acordo com Francisco B. Muchanga, Presidente do Concelho Municipal, as chuvas que resultaram em cheias nos meses de Fevereiro e Março agravaram ainda mais o problema de erosão no Chibuto, principalmente nos bairros de Nhoncane, Mussavene, bairros 1, 2 e 3 da cidade, 25 de Junho, Samora Machel e bairro de Cimento. Nestes locais as ravinas aumentaram de tamanho afectando um total de 128 famílias correspondentes a 640 pessoas.

Na área de estudo, algumas medidas de mitigação foram e estão sendo tomadas, com vista a estancar a erosão do solo, tais medidas passam pelo plantio de eucaliptos, mudilhas, cactos e capim elefante e colocação de sacos de areia em sítios de elevado risco. Contudo, estas medidas têm redundado num fracasso. Neste estudo, vai-se tentar explicar essa situação porque, tanto quanto se sabe, este tipo de medidas costuma dar bons resultados noutros lugares e são recomendadas.

Assim, as questões que se colocam relativamente a este *status quo* da área de estudo são as seguintes:

1. Quais as causas que estão na origem da erosão dos solos na cidade do Chibuto e arredores, já que os estudos anteriores mostram que esta área está fora deste problema ambiental?
2. Que medidas mais adequadas devem ser tomadas para minimizar ou diminuir o problema de erosão?
3. Porquê as medidas adoptadas não dão resultados esperados na cidade do chibuto e arredores?
4. Quais as áreas de maior risco de erosão na área de estudo?

Este estudo, surge a fim de dar mais enfoque da problemática da erosão a nível local, dado que os estudos até que realizados discutem e reconhecem este problema a nível nacional. Um estudo a este nível é fundamental para o planeamento do uso da terra e sobre a consciencialização da população sobre os perigos da degradação do solo.

1.3. Objectivos e pressupostos

1.3.1 Objectivos gerais:

- Analisar de uma forma integrada os factores ou grupo de factores que interferem na erosão de solo da área de estudo.
- Avaliar a ocupação e uso da terra quanto ao seu papel na erosão dos solos da área de estudo.
- Avaliar o estado de erosão dos solos na área de estudo.

1.3.2 Objectivos específicos:

- Identificar os factores específicos que influem na erosão actual no Chibuto e sua variação no tempo e no espaço.
- Relacionar a erosão do solo com as formas do uso da terra e,
- Cartografar a erosão de solo da área do estudo.

1.3.3 Pressupostos

Neste estudo parte-se de dos seguintes pressupostos:

- a) A erosão de solos na área de estudo é determinada pelo factor antropogénico porque a topografia não é acentuada, portanto trata-se de uma erosão acelerada pela acção humana.
- b) A erosão de solos na área de estudo é influenciada por diversos factores e os mais importantes são o clima, o relevo, o pisoteio nos caminhos não asfaltados e o fraco sistema de drenagem.
- c) A guerra ora terminada em 1992 e as cheias 1977 obrigaram a maioria da população do distrito a refugiar-se à vila sede do distrito, ocupando espontânea e desordenadamente áreas, de elevado risco de erosão; a

concentração da população nestas áreas levando à destruição da vegetação natural, remoção e compactação do solo precipitou o processo erosivo na cidade e cercanias do Chibuto.

Em todas as hipóteses a variável dependente é a erosão de solos e as variáveis independentes são factores naturais, que determinam a manifestação deste fenómeno e a acção humana, que influencia.

1.4. Materiais e procedimento metodológico

1.4.1 Materiais utilizados

Para atingir os objectivos previamente estabelecidos usou-se os seguintes materiais: uma carta topográfica à escala de 1:50 000 (DINAGECA, 1969), uma carta de uso e cobertura da terra à escala de 1: 50 000 (DINAGECA, 1999), uma carta de solos à escala de 1:50 000 (INIA, 1992), uma carta geológica à escala de 1: 250 000 (Oberholzer, 1963) e carta geomorfológica à escala de 1:1 000 000 (Bandoryev, 1983). Estes mapas e cartas serviram de base para a caracterização físico-geográfica da área de estudo.

Para dar maior objectividade a este estudo, fez-se um trabalho de campo e com GPS (*global position system*) complementou-se e actualizou-se a informação resultante da interpretação das várias cartas.

Para a elaboração dos mapas usou-se um computador, através dos seguintes *software*, ILWIS 1.4 e 2.2.

As cartas topográficas e geológicas são antigas datando dos anos de 60; todavia, as características físicas da região não alteraram embora ocorra erosão, pelo que elas são válidas para os propósitos deste trabalho.

1.4.2 Procedimentos metodológicos

Por forma atingir os objectivos traçados fez-se a revisão de literatura, que consistiu no levantamento e avaliação da bibliografia e informação de dados históricos sobre a área de estudo. Os principais autores de estudos relacionados com este assunto que trabalharam na área de estudo são Ombe (1991/98) Quanto ao estudo da erosão e de conservação de solos, avaliou-se os factores intervenientes no processo de erosão, as técnicas de prevenção e combate à erosão e sua relevância para a área de estudo. As obras estudadas e consultadas estão na lista bibliográfica.

Com a carta topográfica, interpretou-se os aspectos topográficos e delimitou-se a área de estudo, em seguida digitalizou-se as curvas de nível e elaborou-se o modelo digital de elevação de terreno (DTM) no ILWIS 1.4; a carta e a legenda de solos forneceram dados importantes sobre as características físicas dos solos da área de estudo; a carta geológica foi usada para retirar dados relativos à geologia e litologia, estes dados foram usados para identificar as unidades geológicas que explicam também o tipo de solos que ocorrem na área de estudo.

As cartas ora referidas, foram digitalizadas a fim de permitir a elaboração do mapa do uso, ocupação e cobertura da terra que incluiu os levantamentos de campo feitos pelo autor, do esboço pedológico, esboço geológico, bem como o mapa de declives classificado da área de estudo. Estes mapas foram depois integrados e interpretados tendo como base as características do solo, formas e tipos de uso de terra

e as classes de declive. Esta interpretação resultou nos factores potenciais de erosão de solos na área de estudo.

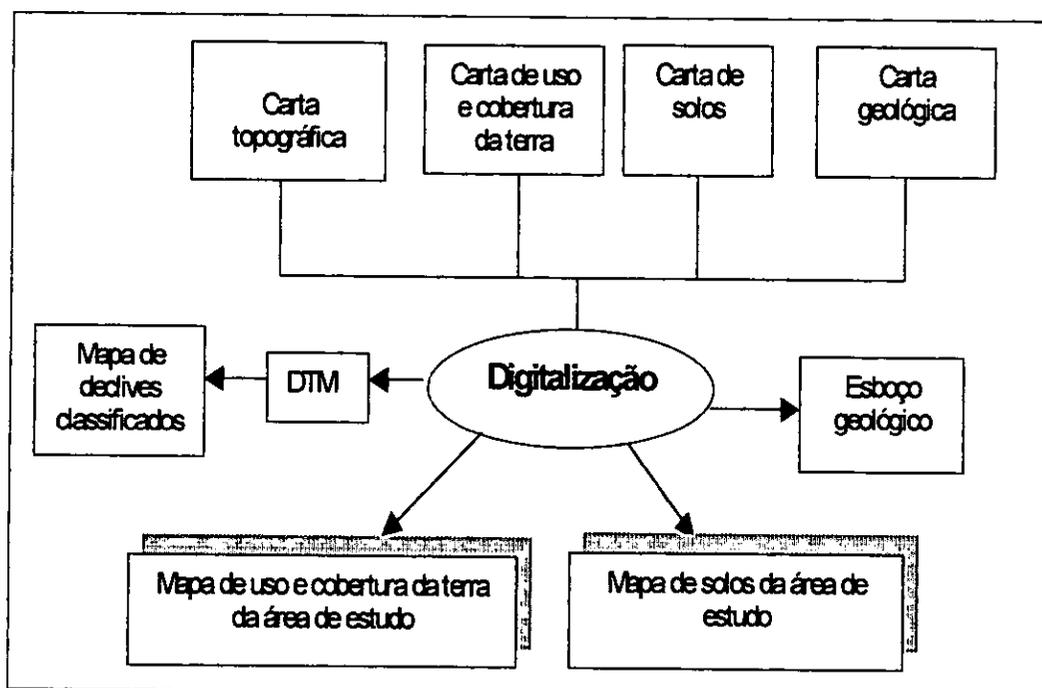
O uso de GPS foi para complementar e actualizar a informação resultante da interpretação das várias cartas e da imagem de satélite de 1999. Com este instrumento foi possível mapear as ravinas que ocorrem na área de estudo.

Para colher alguma informação sobre o problema de erosão, fez-se um breve inquérito, em que os informantes chave foram o Administrador e o Presidente do Concelho Municipal para colher as sensibilidades político-administrativas, dois técnicos (um técnico de Planeamento Físico e outro dos Serviços Distritais de Geografia e Cadastro) e alguns moradores das áreas afectadas pela erosão e foram preferidos anciãos e pessoas que logo à primeira responderam que estão ali há bastante tempo, por ser indivíduos que provavelmente tenham acompanhado a evolução da problemática da erosão. Foram inquiridas 30 pessoas, 20 dos quais nos bairros "Samora Machel", "25 de junho", Nhoncane, Mussavene, Bairro 2 e Bairro 3; os restantes 10 no bairro do cimento e bairro chimundo.

A avaliação da erosão no campo baseou-se nos parâmetros seguintes: extensão, profundidade, largura das ravinas, tipo de uso da terra, a localização de infra-estruturas (estradas/rua/caminhos), das casas, para além das alterações da cobertura vegetal.

A Fig 1 representa o fluxograma conceptual do estudo cujos resultados se apresentam neste trabalho.

Fig 1.: Fluxograma da concepção metodológica



1.5. Descrição da área de estudo

1.5.1 Localização da área de estudo

Chibuto é um dos distritos da província de Gaza que se situa no extremo Leste das planícies aluviais do Limpopo, confluência dos rios Changana e Limpopo. É limitado a Norte pelo distrito do Chigubo, a Sul pelo distrito do Xai-Xai, a Oeste Chókwe e Guijá e a Este pelos distritos de Manjacaze e Panda (Mapa 1).

A sua localização geográfica é dada pelas coordenadas seguintes: 23° 35' 44" e 24° 52' 54" de latitude Sul e 33° 15' 36" e 33° 56' 54" de longitude Este.

A área de estudo é, porém, apenas uma parte do distrito do Chibuto, situando-se mais a Sul do distrito, e, é limitada ao Norte pela localidade de Canhavano e rio Chilalanhana no Nordeste, a Sul localidade de Chikhakhata, no Este rio Changana e no

Este estende-se até ao bairro de Chimundo compreendendo, assim, a cidade do Chibuto e arredores (Mapa 1A).

1.5.2 Geologia, litologia e geomorfologia

A área do Chibuto está incluída numa vasta área de formações do quaternário (Oberholzer, 1963). O quaternário do Chibuto subdivide-se em:

- a) formação consolidada, constituída principalmente de grés sílico-furriginoso no vale do Limpopo e Changana;
- b) formação do grés calcário e conglomerático, na margem directa da lagoa de Nhangul; grés pouco calcário nas bases das dunas interiores do Chibuto e uma pequena faixa de Terraços e praias levantadas.
- c) formação das dunas interiores ocorrem na região central e Este e, formam a maioria de todas as unidades geológicas que ocorrem na área de estudo. Os terraços e as praias levantadas ocupam apenas uma pequena faixa junto dos terrenos aluvionares. Ao longo dos vales do rio Limpopo e Changana, na parte ocidental e Sul da área de estudo, e nas depressões ocorrem aluviões.
- d) formação inconsistente ou pouco consolidada que compõe as planícies arenosas avermelhadas de relevo insignificante, as zonas aplanadas de areias claras e soltas em contacto com dunas interiores e ainda as planícies areno-argilosa com areias finas amareladas, geralmente alagadas na época das chuvas. A planície arenosa é composta de areias de textura fina a grosseira.
- e) Formação de aluviões, esta unidade ocorre nas partes mais baixas dos rios Limpopo e Changana, bem como nas depressões (Mapa 2).

Em termos geomorfológicos, a área de estudo é constituída por formações arenosas de relevo ondulado e depressões hidromórficas, toda a área de estudo encontra-se numa zona altimétrica baixa, cujas altitudes são inferiores a 200 metro.

De acordo com Bamdyrev (1983), a planície é a forma do relevo mais predominante em Chibuto. Porém, na área de estudo distinguem-se dois tipos de planícies segundo a sua origem: a planície fluvial, que constitui os vales do rio Changana e Limpopo e a planície eólica ou dunas interiores também chamada por terras altas (serra).

A planície fluvial apresenta uma superfície plana nos interflúvios e suavemente ondulada. Trata-se de uma planície de inundação constituída por aluviões finos depositados pelos rios durante as cheias. Destacam-se terraços fluviais que denotam uma intensa actividade deste rio. Estes terraços representam antigas planícies de inundação que foram abandonadas e são constituídas pela antiga planície de inundação. A planície eólica são dunas interiores, também conhecida por terras altas.

As dunas interiores apresentam um relevo acidentado, com declive suáveis. São designadas de dunas interiores devido ao seu afastamento em relação ao mar e de planície eólica em virtude da sua origem.

As dunas interiores são formações do relevo desnudado que estão a sofrer um processo lento de aplanção. São constituídas por areias vermelhas, com predominância de argilo-arenosa e argila. A espessura do estrato argiloso aumenta assentando-se sobre os depósitos marinhos arenosos e argilosos do quaternário (Ibd).

Assim, pode-se distinguir duas regiões naturais: O vale e a serra. Mas para além destas duas unidades mais visíveis, tem a destacar uma zona de transição - a zona aplanada que está em contacto com as dunas interiores e os aluviões.

1.5.2 Solos

Os solos reflectem a função de cinco factores da sua formação e espelham processos decorrentes dos factores, de natureza geológica do local, relevo, clima, da vegetação e uso da terra.

O início do processo de formação dos solos da área de estudo, data da época recente, portanto são solos recentes (quaternário). A sua formação foi determinada pelas características geológicas e geomorfológicas e bastante influenciada pelas condições climáticas e biogeográficas do quaternário até a actualidade. Mas desde que a primeira intervenção humana teve lugar, esta actividade associou-se ao rol de influências que culminaram com o actual estado dos solos (perda de fertilidade e degradação por erosão). Sobre o impacto da intervenção humana discutir-se-á no capítulo IV.

Na área de estudo destacam-se solos arenosos nas zonas altas (serra), solos hidromórficos e solos aluvionares nas zonas baixas (Marques, 1961).

A geologia do quaternário em Chibuto corresponde a uma planície arenosa, onde se encontram os solos do grupo *A*, uma área de ligeira inclinação denominada de "Mananga" solos do grupo *M* e os terraços aluviais onde se agrupam solos do grupo *F* (Oberhozer, 1963; INIA, 1992/3; Mapa 3).

Na planície arenosa encontram-se unidades de solos arenosos alaranjados com ou sem fase dunar (*Ferralic Arenosols* segundo a classificação da FAO) e solos arenosos brancos fase dunar (*Albic arenosols* *ibid*) caracterizados por uma textura grosseira arenosa. São solos soltos. O teor de matéria orgânica varia de 0.2 a 2 %. Os solos arenosos alaranjados sem fase dunar ocorrem em terrenos quase planos o com declive de 0-2 % e os alaranjados de fase dunar bem assim os solos brancos de fase dunar encontram-se em terrenos ondulados com declive superior a 2 % (Quadro 1).

Quadro 1. Quadro 1 Solos da planície arenosa

Unidade de mapeamento	Classificação da FAO	Estrutura	Materia orgânica (%)	Declive (%)	Textura (classe)
Aj	<i>Ferralic arenosols</i>	areia grossa e solta	0-0.2	2	Arenosa
Daj	<i>Ferralic arenosols</i> , fase dunar	areia grossa e solta	0.2-2	2	Arenosa
Dab	<i>Albic arenosols</i> , fase dunar	areia grossa e solta	0.2-2	2	Arenosa

Fonte: Adaptado do INIA, 1992

Na plataforma de mananga, acham-se solos com uma camada arenosa de espessura variada; neste contexto, os solos de mananga podem ser classificados em quatro (4) subunidades, segundo a espessura da cobertura arenosa.

De acordo com a espessura da cobertura arenosa, distingue-se na plataforma de mananga:

- a) os solos de cobertura arenosa inferior a 25 cm;
- b) os solos de cobertura arenosa compreendida entre 25 e 50 cm;
- c) os solos de cobertura arenosa compreendida entre 50 e 100 cm
- d) solos de cobertura arenosa superior a 100 cm (mapa 3 e quadro 2).

Os manangas (*halpic arenosols* segundo a FAO) tal como são também chamados estes solos, são duros embora tenham areia e pesados quando húmidos. Têm uma estrutura fraca, portanto, instável. Nos terrenos mais íngremes, ocorre neles a erosão em sulcos. O teor de matéria orgânica varia de 0.5 a 4.7 %, e a drenagem varia de imperfeita a boa (Quadro 2).

Quadro 2: Os Solos de plataforma de mananga

Unidade de mapeamento	Classificação da FAO	Cobertura arenosa	Materia organica	Declive	Textura (classe)
M1	<i>Halpic arenosols</i>	<25 cm	0.5-5	0-2	Arenoso-franco
M2	<i>Halpic arenosols</i>	25-50 cm	0.6-3	0-2	FrArAr
M3	<i>Ferralic arenosols</i>	50 -100 cm	0.5-3	0-2	Idem
M4	<i>Ferralic arenosols</i>	>100 cm	0.6-2.5	0-2	Idem

Fonte: Adaptado INIA (1992)

Os solos da planície arenosa e da plataforma de mananga têm origem nos sedimentos do quaternário (rocha mãe sedimentar) caracterizam-se por ser profundos e de alto poder de infiltração de água no top-solo e infiltração lenta ou mesmo impermeável na camada de mananga por ser dura e por isso de fácil desintegração pelo vento quando secos e quando desprovidos de cobertura vegetal. Estes solos têm, em média, uma percentagem elevada de sódio trocável (PST) no subsolo (40 a 45 %) e elevada evapotranspiração ao longo do ano sendo de 140.8 mm (vide Quadro 4). Dado a estes factores, aliado a construção nas encostas estes solos são susceptíveis à erosão.

Nos terrenos aluviais ocorrem solos aluvionares principalmente do grupo F (Quadro 3). Este grupo caracteriza uma drenagem má a muito má ocorrendo em topografia plana de declive que varia de 0-1%. Possuem maior percentagem de matéria orgânica, superior a 5%. A sua estrutura moderada a forte ou média a grosseira.

Quadro 3: Os solos aluvionares mais representativos na área de estudo

Unidade de mapeamento	Classificação da FAO	Textura (classe)	Matéria orgânica	Declive (%)
Fa	Umbric fluvisols	FrAr	3-4.5	0-1
Ft	Molic fluvisols	FrAr	>5	0-1
Fs	Eutric fluvisols	Ar-FrAgLi	0.5-3.5	0-2

FrAr-Franco arenoso, ArFrLi- areno franco limoso

Fonte: Adaptado do INIA (1992)

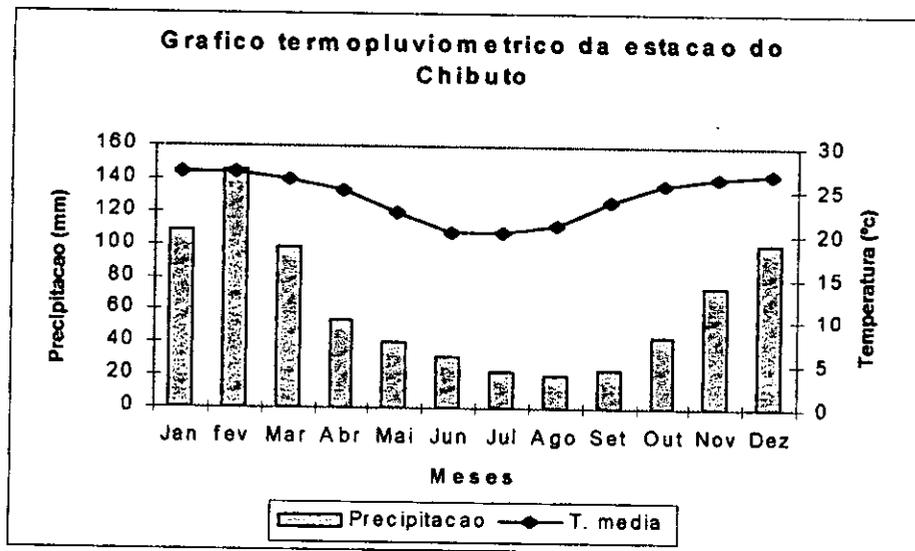
A distribuição dos solos na área de estudo está directamente ligado com a geologia e a geomorfologia. Assim, nas dunas antigas (serra) predominam solos os *ferralic*, *albic* e *halpic arrenesols* e no vale ocorrem os *fluvisols* onde se destacam pelas características úmbricas, molicas e éutricas. Os solos alaranjados fase não dunar ocorrem na parte Central e Oriental da área de estudo e os solos alaranjados fase dunar circunda sobre os solos Aj. Os solos da plataforma de mananga são menos

representativos, ocorrendo de forma isolada na área de estudo. Os solos aluvionares ocorrem todos eles na baixa do rio Changana e Limpopo (Mapa 3).

1.5.4 Clima

Para compreender o clima da área de estudo, devido ao seu pequeno tamanho, é preciso considerar a área maior do Sul de Moçambique de que ela faz parte. Segundo Marques (1961) e dos Muchangos (1999:41), o clima do Sul de Moçambique é fortemente influenciado pelos ventos alísios do sudeste e pela corrente marítima Moçambique-Agulhas e pelas diferenças altitudinais. Assim, a área de estudo está sob influência do regime anticiclónico de depressões das latitudes médias. As quatro estações das zonas temperadas são, aqui mal definidas, sendo evidentes dois períodos; o de, uma estação quente e chuvosa e o da estação fresca e seca. A estação quente e húmida começa em Dezembro e termina em Abril e a estação fresca e seca é entre Maio e Novembro. Com base na precipitação e temperatura, distingue-se de facto duas estações e um período de transição. A mudança de uma estação para a outra não é abrupta: há um período de transição com características pluviométricas especiais. O período de transição é bastante instável e a precipitação pode ser fraca ou durante o ano pode ter pouca ou nenhuma queda pluviométrica (gráfico 1). O gráfico 1 mostra que as temperaturas mais elevadas registam-se entre Dezembro e Fevereiro onde as temperaturas diárias chegam a atingir 27° C; os meses de Junho e Julho são os mais frescos.

Gráfico 1: Gráfico termopluiométrico das estação meteorológico do Chibuto



O regime pluvial é ciclónico, caindo as chuvas com a passagem das depressões, tendo no entanto um regime tropical.

Kassan et al (1981) e Coastal & Environmental Services (2000) referem que o clima do Chibuto é sub húmido, caracterizado por verões e invernos moderados, onde a precipitação média anual é de 759.9 mm e a temperatura média anual é de 24.3 °C.

A humidade relativa média anual de acordo Kassan et al (1981) é de 68.3 %.

Segundo a classificação climática de Koppen o clima do Chibuto é tipo Bs - Clima semi-árido ou de estepe ou tropical seco. Portanto, o clima da região é do tipo subhúmido tropical, que se caracteriza pelos intervalos pluviométricos longos e de carácter irregular, Dada à irregularidade das quedas pluviométricas, a região é propensa à erosão porque a quantidade e a duração da estação não favorecem o estabelecimento de uma boa cobertura vegetal que possa proteger o solo da queda das gotas de chuvas.

Os dados do clima desta região foram retirado do Kassan et al (1981), posto meteorológico do Chibuto, no entanto eles representam os totais mensais porque os dados da intensidade diária da precipitação, que seriam os mais adequados, para este trabalho não foram adquiridos devido ao seu elevado custo.

De acordo com os dados da precipitação e da temperatura dos últimos 28 anos provam de facto a irregularidade das chuvas neste período de tempo, as temperaturas são pouco variáveis. A evaporação é elevada acompanhando as altas temperaturas, o que condiciona a secura dos solos.

Quadro 4: Dados históricos da estação do Chibuto últimos 28 anos

Lat 24° 41' Long 33° 32' Altitude 90 m

Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação	108	144.9	98.5	53.2	40.1	31.3	22.3	20	23.1	43.9	73.9	100.9
T. média	27	27	26.2	25	22.4	20.2	20.2	21	23.8	25.6	26.5	26.8
H. relativa	67	71	72	73	72	73	73	68	63	62	61	64
Evapotranspiração	172.5	136.9	126.4	100	72.1	52.5	61.1	82	121.1	149.1	161.5	173.1

Fonte: Kassan et al, 1981

1.5.5 Uso e cobertura da terra

A área de estudo compreende toda a área urbana, semi-urbana e uma parte da área rural, e o que constatou-se foi que cada uma destas áreas tem uma forma característica de uso e cobertura da terra. Mas de uma forma geral a formação herbácea, as pastagens e a agricultura são os usos e cobertura da terra mais predominantes na área de estudo.

Nas áreas rurais, o uso da terra mais predominante é a de agricultura de sequeiro, seguido de pecuária e habitação dispersa em moldes rurais onde coexistem o espaço residencial e produtivo.

A cobertura vegetal nestes locais, forma um mosaico complexo de matagais médios e abertos campos cultivados e algumas comunidades semi-aquáticas junto às depressões e zonas baixas (Mapa 4).

A vegetação natural e as florestas como refere Ombe (1998) têm vindo a ser substituídas por savanas secundárias e terras cultivadas. A prática de queimadas e a pressão provocada pela população na área em estudo tem resultado na remoção da

vegetação natural e a substituição por um mosaicos de terras agrícolas e terras deixadas em pousio durante períodos de tempo.

Nestas terras, recentemente deixadas em pousio, predominam gramíneas e ervas, se bem que existem alguns arbustos, matas de dimensões reduzidas que surgiram das restantes raízes e troncos. A vegetação é menos desenvolvida levando a uma fraca cobertura, principalmente na estação seca. As culturas mais cultivadas são a mandioca, o amendoim, milho e hortaliças. Estas culturas não permitem uma total cobertura a terra, facto que leva ao impacto directo das gotas de chuva sobre o solo.

Na área urbana, a cobertura da terra com matérias vegetais é fraca, embora se possa encontrar alguns focos isolados de formação herbácea nos espaços não construídos e abandonados.

Na área de estudo pode-se distinguir os seguintes padrões de assentamento (vide também DINAGECA 1999).

i) Assentamento urbano, aquele em que as pessoas vivem formalmente na cidade de Chibuto e com serviços disponíveis como acesso a água canalizada e electricidade, embora vivam em zona urbana, muitos ainda continuam a cultivar a terra dentro e na periferia da cidade. É constituída por casas de tipo moradia na sua maioria degradadas; a degradação é explicada pela falta de manutenção e pela idade muitas delas datam da década de 50. Antes de 1975 as ruas e avenidas na cidade, encontravam-se bem terraplanadas e asfaltadas e com passeios laterais arborizados. O seu estado actual se apresenta muito degradada pelos efeitos directos da erosão laminar e em sulcos (foto 1).

ii) Assentamento Semi-urbanizado, aquele em que as pessoas formal e informalmente vivem nos arredores do Chibuto. O tipo de construção não é homogéneo e, é notória a existência de bairros estruturados, como por exemplo, o bairro "25 de

Junho”, predominando ocupações desordenadas e espontâneas ainda que legais. O tamanho relativamente grande desta categoria é um resultado do deslocamento como consequência da guerra. Trata-se de um assentamento permanente com espaços divididos de cercas ou restrições individuais. As pessoas neste assentamento ou tem acesso a água do rio ou de bombas manuais na cidade; os habitantes cultivam a terra longe dos seus domicílios.

Coastal & Environmental Service (2000) citando o plano de desenvolvimento integrado de Chibuto considera que a cidade do Chibuto operou como um centro de serviços agrícolas, daí que o centro do distrito apareça desenvolvido. É no centro onde se localizam os serviços administrativos, comerciais e habitação feita de material convencional. O mesmo plano refere que a cidade de Chibuto foi originalmente construída de acordo com um traçado de ruas em malha. As ruas foram projectadas perpendicularmente às curvas de nível. As ruas variavam de asfaltadas a terraplanadas, as ruas terraplanadas são as que agora apresentam maiores índices de erosão.

A política das aldeias comunais, as cheias de 1977 e a guerra civil terminada em 1992, forçou a deslocação de muitos agricultores para Chibuto, facto que resultou nas extensas áreas de assentamento residencial menos formais adjacente à cidade, aliás é assim que surgiram os bairros “25 de Junho”, “Samora Machel”, Mussavene e Nhoncane nos arredores da cidade do Chibuto. Apesar de retorno de alguns às suas antigas propriedades após as cheias e ao acordo geral da paz, muitos fixaram-se definitivamente dedicando-se à agricultura nas terras altas próximo do Chibuto e terrenos aluvionares das planícies dos rios Limpopo e Changana. Este fenómeno de movimento pendular (local de habitação e local de cultivo ou de pastagem), condicionou a aberturas de pequenos caminhos ou ruelas nos bairros residenciais e nas

encostas e, é através destes caminhos que a água da chuva escorre, removendo a camada superficial do solo.

A irregularidade das chuvas numa situação de cultivo intensivo tem um papel de relevo no processo de erosão acelerada do solo, aliado à ocorrência cíclicas de secas, contribui para a erosão acelerada pois, durante os anos de seca a vegetação desaparece deixando o solo desnudado e passível de ser removido no início da estação húmida dos anos húmidos que sucedem os anos de seca (Ombe, 1998).

1.6 População 1980 e 1997

Os dados censais mostram que a população do distrito do Chibuto passou de 45 358 habitantes em 1980 para 164 791 habitantes em 1997. A área de estudo é parte integrante deste distrito e, também houve um aumento significativo da população neste período.

Quadro 5: Distribuição da população por bairro

Bairros	População residente		Diferença
	1980	1997	
Chibuto-sede	9 456	5 417	-4 039
Bairro 1	*	1 867	
Bairro 2	*	4 011	
Bairro 3	*	5 417	
Bairro 25 de Junho	4 844	11 997	7 153
Bairro S. Machel	6 791	7 502	711
Bairro Canhada	*	1 848	
Nhoncane	*	2 732	
Mussavene	*	7 911	
Chimundo	*	1 397	
Total	21 091	50 099	29 008

Fonte: dados do censo de 1980 e 1997

* sem dados

A tabela 4 mostra uma tendência de aumento absoluto da população nos bairros “25 de Junho”, “Samora Machel”. A ligeira diminuição da população no Chibuto-sede deve-se provavelmente à variação dos critérios usados nos dois censos, por exemplo a

definição do urbano. Um outro factor tem a ver com retirada da população das áreas afectadas pela erosão.

Os dados disponíveis são segundo os bairros e não havendo informação sobre a área desses bairros, não é possível oferecer a densidade populacional a nível dos bairros, portanto este quadro fornece a informação geral, contudo, da leitura dos valores totais conclui-se que de 1980 a 1997 houve um crescimento da população em 29 008 habitantes. De acordo com a informação local não houve a alteração das áreas dos bairros, no sentido de expansão espacial, o que leva a concluir que houve um aumento da densidade. Este aumento da densidade pode sugerir o aumento do risco de erosão sabido que medidas de conservação são fracas.

Sobre as consequências desse aumento vão ser analisadas mais adiante, mas de acordo com Araújo (1997:48) o aumento da população significa necessidade de mais alimentos, logo maior produção e mais espaço residencial e produtivo. A obrigação e a necessidade de produzir mais induz ao uso mais intensivo dos solos, que deixam de ter repouso para recuperar os elementos consumidos pelas culturas.

A necessidade de mais espaço para produzir e residir significa na maior parte das vezes, à eliminação da cobertura vegetal primária e uma maior pressão do uso deste recurso para combustível e para construção (Araújo, 1997).

Capítulo II

2 Quadro teórico-conceptual

Os principais conceitos que vão ser abordados neste trabalho são: o solo, uso da terra e erosão.

2.1 Solo e uso da terra

O solo é a camada superficial, instável que surge da combinação dos cinco factores a saber, o clima, o relevo, a rocha mãe, os organismos e tempo (da Costa, 1991:14-15).

Os solos mais vulneráveis à erosão são os aráveis, os argilosos quando secos, os arenosos quando descobertos de vegetação. Os solos menos profundos, com mistura de areia fina a média são susceptíveis à erosão (Elwell, 1986:57; Sola, 1993:7).

Uso de terra é definida como sendo as diferentes formas de uso e aproveitamento da terra, isto é, são as diferentes formas em que a população se relaciona com a terra por forma a ganhar proveito dela. Para Moçambique o uso da terra enquadra-se na qual que Negrão (1996:2) designa de sistema de uso de terra que é um conjunto de normas e disposições legais inter-relacionadas que estabelece os termos de acesso, uso e transmissão de parcelas e as regras para a prevenção dos recursos naturais.

A terra pode ser usada para vários fins mas se esses usos não observarem as suas características leva à repercussões sociais e ecológicas dramáticas, a erosão de solos e a perda da fertilidade são apenas alguns exemplos de não observância das características da terra.

2.2 Erosão e sua classificação

O conceito da erosão de solos varia de autor para o autor. Para Hudson (1986) e Dijk (1997) definem a erosão como um processo natural que compreende a desintegração, o transporte e a deposição das partículas constituintes do solo, produzidos principalmente pela acção da água, gelo ou pela acção do vento. Na área de estudo não se aplica a acção do gelo nem do vento. A mais importante é a acção da água da chuva.

A erosão processa-se em três fases, nem sempre muito distintas porque realizam-se mutuamente. A desintegração, ocorre em função da energia cinética das gotas de chuva, da intensidade das chuvas, do tamanho das gotas de chuva e de agregação dos solos; o transporte, ocorre em função da energia cinética das gotas de chuva, do volume de água das chuvas, da topografia e da densidade das partículas do solo.

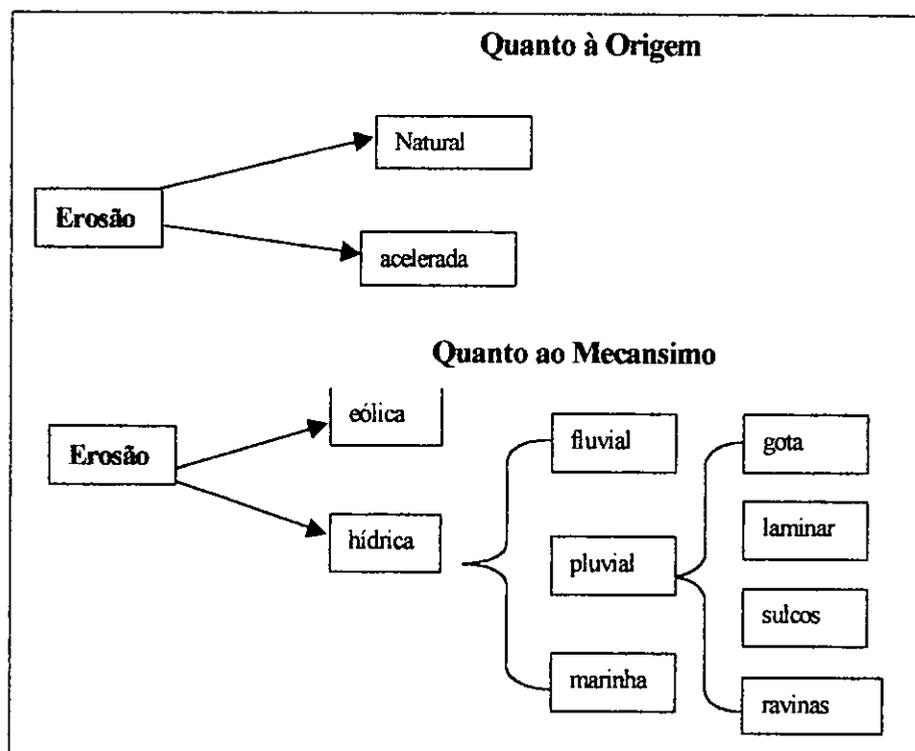
A deposição, ocorre em função da topografia, da densidade das partícula do solo e do volume das enxurradas.

A erosão pode ser classificada de várias maneiras:

- a) Segundo a sua origem, que pode ser geológica e acelerada.
- b) Segundo o mecanismo ou mediante o agente interveniente no processo de erosão aqui tem-se a erosão hídrica e eólica. A erosão hídrica inclui a erosão fluvial e pluvial para além da erosão marinha (Marques, 1992).
- c) Uma outra classificação de erosão apresentada por Elwel (1986:14-18), Schwab et al (1992:91-96) e Boot et al (1994:8) diz respeito ao efeito de erosão no solo.

Aí podem ser distinguidos os seguintes tipos de erosão: i) erosão por gotas; ii) Erosão laminar; iii) erosão em sulcos; iv) erosão em ravinas ou em torrentes; e v) erosão num canal de escoamento (Fig.2:).

Figura 2: Esquema de classificação da erosão



Nas condições de campo a erosão por gota, por lâmina, por sulco e por ravinas não são fenómenos independentes (Hudson, 1986).

As gotas batendo no solo, quebram as partículas e reduzem a capacidade de infiltração do solo. Este facto reduz a capacidade do solo de absorver a água e incrementa o escoamento superficial. Durante o escoamento, partículas finas do solo são removidas e transportadas para o declive abaixo, onde são depositadas. Se o terreno for plano ou uniformemente inclinado a remoção será uniforme mas se for ondulado a água poderá seguir os contornos quer naturais quer artificiais é neste sentido que a água faz incisões ou canais no terreno.

2.2.1 Erosão quanto à origem

Entende-se por erosão natural aquela que resulta apenas de processos naturais, portanto ocorre quando o solo está no seu ambiente natural, em que a desintegração e transporte se realiza de forma lenta e gradual, no seio de um equilíbrio entre solo-vida-clima (Bennett, S/D). Boot et al (1994), diz que erosão geológica, auxiliado pelo complexo processo de meteorização das rochas, é o fenómeno predominantemente responsável pela formação de solos. Assim, o processo contínuo da erosão produziu a maioria dos actuais traços topográficos e a maioria das planícies aluvionares (Ibid).

A erosão acelerada ocorre quando o processo de erosão é influenciado pelas actividades humanas que alteram as condições naturais em que se tem realizado o equilíbrio dinâmico solo-vida-clima. Neste contexto a desagregação e o transporte das partículas do solo transcendem os limites da normalidade, isto é, a destruição do corpo do solo deixa de ser lento e gradual, passando a realizar-se de uma forma tumultuosa.

A erosão acelerada avança mais rapidamente que a erosão natural e está associada à mudança na cobertura vegetal ou condições do solo. Ela tem lugar depois que o Homem perturba o balanço natural, removendo a vegetação protectora, introduzindo as suas actividades de exploração da terra, principalmente a agricultura, abrigo, combustível e criação de gado (Hudson, 1986; Boot et al, 1994 e Bennett S/d).

De acordo com Hudson (1986), Ombe (1991:12) e Schwab et al (1992:92), a erosão de solos é determinada por factores naturais tais como: o clima, o solo, a topografia e vegetação; estes factores serão analisados mais adiante.

2.2.2 A erosão quanto ao mecanismo

Embora já se tenha dito que este trabalho será sobre a erosão hídrica é forçoso por uma questão de forma e do procedimento fazer referência à erosão eólica; porque o vento é também um agente que influi na erosão de solo. Ele remove transporta e deposita as partículas do solo. É considerado um grave problema quando se remove a cobertura vegetal natural. A erosão pelo vento é mais expressivo nas regiões áridas e semi-áridas (Duarte, 1992:54). Na área de estudo esta erosão ocorre entre os meses de Junho, Julho e Maio.

De uma forma geral entende-se por erosão hídrica toda a dinâmica erosiva provocada pela água em movimento. Desta forma, além de considerar a escorrência superficial desorganizada juntamente com o efeito do impacto destrutivo dos pingos de chuva sobre o solo e escorrência superficial organizada, considera-se também a erosão marinha (Marquês, 1992:33 e 40). Neste estudo restringe-se à água da chuva.

Dijk (1997) afirma que o primeiro passo da erosão hídrica é o impacto das gotas de chuva (*Splash erosion*) num solo sem cobertura vegetal. A principal causa para a erosão por gotas e em lâminas é a energia cinética de queda de gotas de chuva. O processo de erosão começa como já foi referenciado com o impacto das gotas de chuvas. Uma gota de chuva em queda pode atingir a velocidade de 30 Km/h. Estas gotas de chuva tem muita energia e arrancam, quando embatem no solo, as partículas finas, espalhando-as em todas as direcções, especialmente para declive abaixo. Este embate pode provocar a desintegração dos elementos estruturais do solo. O efeito da queda das gotas sobre um solo não protegido pode ser considerável e diverso: as partículas pequenas são lavadas do campo ou depositadas perto e podem conduzir ao fecho ou selamento da superfície, também por causa da compactação do solo devido às gotas de chuva (Boot et al, 1994). O fecho da superfície tende principalmente a ocorrer

em solos de textura limosa, já que estas partículas limosas não tem coerência como as partículas de argila (ibid).

A erosão laminar é remoção uniforme do solo em camadas finas e superficiais de terras inclinadas, mesmo que apenas ligeiramente. Ela passa muito despercebidamente, porque ocorre de forma gradual. Contudo, opera em grandes áreas e geralmente causa a maioria das perdas de solo. A desnudação ocorre mais que a incisão (Bergsma, 1977 citado por Boot et al, 1994). É dificilmente notada e por isso bastante perigosa, a sua característica vulgar é a exposição de raízes, a qual indica a profundidade da camada do solo que foi arrastada (foto 1).

A erosão laminar ocorre quando o escoamento superficial for maior que a infiltração ou quando o volume de água e o comprimento da encosta forem significativos.

A erosão em sulcos é a remoção do material do solo, da matéria orgânica e dos nutrientes solúveis, por pequenas concentrações de água corrente resultando na formação de canais. Os sulcos estabelecem-se ou ocorrem quando a água do escoamento superficial se concentra em correntes com volume e velocidades suficientes para deixar pequenas incisões na superfície do solo. A erosão em sulcos ocorre sobre solos que apresentam muito escoamento superficial e com um horizonte superficial (*epipedon*) pouco coerente e pouco profundo, e em horizontes sub-superficial pouco permeável e compactado. Os sulcos podem atingir uma profundidade de 30-50 cm (Boot et al, 1994:11; Duarte, 1992:50). Os sulcos são, portanto pequenos, pelo que são alisados completamente pelos métodos de cultivo normais (Anonmymus, 1970 citado por Boot et al, 1994).

Quando a remoção do material do solo por concentração de água for suficientemente forte para causar a formação de canais ou valas que não podem ser aplanadas completamente por métodos usuais de cultivo chama-se erosão por ravinas.

Este tipo de erosão produz canais largos e profundos do que os sulcos, a profundidade é maior que 50 cm (Foto 2, 3 e 3 A).

A erosão em ravinas tem a sua origem na energia desenvolvida pela velocidade de água superficial (Duarte, 1992:49)

As ravinas são um estado avançado dos sulcos e os sulcos são um estado avançado da erosão laminar estas formas de erosão tem uma relação directa e podem ser expressas pela seguinte figura (Fig.3).

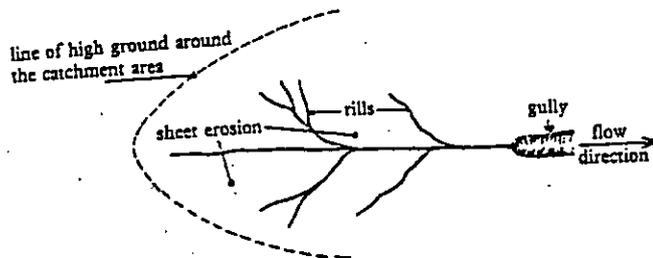


Fig. 3 Relação dos tipos de erosão, extraído do Elwell, (1986:19)

A erosão em ravinas é quantitativamente menos importante que a erosão laminar, mas é mais aparente e localmente muito destrutiva. É predominantemente um processo de incisão. Tem um certo desenvolvimento no tempo, a incisão é seguida por alargamento e envelhecimento do canal até que atinja um estado estabilizado (Boot et al, 1994).

A erosão em canal ocorre quando há distúrbio na vegetação das margens ou quando o volume ou a velocidade do fluxo de água aumentam. Esta erosão ocorre dentro do canal de escoamento de água, acontece principalmente nas partes baixas, onde o fluxo de água é quase permanente e o declive é mais baixo.

Em Moçambique , os primeiros estudos de erosão datam dos anos 40 e foram feitos na então vila Pery, actual Chimoio, Pinto (1971) citado por Covele (1998). Outros estudos foram feitos no país, dentre os quais podemos citar Wambeke (1986) que usando modelo SLESMA elaborou o mapa de risco de erosão de Moçambique a escala 1:2 000 000; Ombe (1991) e Dijk (1997).

Para o caso concreto do Chibuto o estudo de erosão é muito recente e nem existem ainda estudos que se referissem na integra sobre esta problemática, os únicos estudos feitos são do Ombe (1991) e são mais qualitativos. Tais estudos mostram que a erosão que se fazia sentir na região era quase imperceptível e só a partir dos princípios de 1990 e 1992 é que o fenómeno ganhou proporções alarmantes com a abertura de grandes ravinas e sulcos nos bairros "Samora Machel", Mussavese e Nhoncane.

2.3 Modelos de estudo de erosão de solo.

Hudson (1986) vinca que hoje a erosão do solo é universalmente reconhecida como uma série ameaça para o bem estar do homem, se não para a sua própria existência. O autor adianta dizendo que os governos da Europa dão ênfase aos programas de conservação do solo. Esta preocupação explica-se pelo facto de a erosão ter ficado ignorada a nível governamental durante muito tempo, que desde a antiguidade ter mostrado a necessidade e a importância da conservação do solo para manutenção dos rendimentos agrícolas. Sabe-se que a queda de muitos impérios na antiguidade como o império Maia na América Central e civilizações como as das planícies da Síria e Arábia também deveu-se à degradação de solos que reduziu consideravelmente os rendimentos e precipitou crises alimentares. Algumas escrituras do Velho Testamento, dos Gregos e dos Romanos fazem referência à secura de alguns

riachos devido ao desmatamento. Havia polémica nos debates sobre as causas de degradação de solos no passado, uns apontando para mudanças climáticas e outros para mudanças geológicas (Elwell, 1986).

Os estudos actuais não apontam como causa essencial as mudanças climáticas nem geológicas, embora estes possam desempenhar papel decisivo, mas enfatizam a acção humana. O conhecimento e as técnicas para o combate de erosão são recentes (Hudson, 1986). O primeiro estudo sobre a erosão foi feito na Alemanha entre 1877 e 1895. Até 1933 os estudos eram limitados as investigações aplicadas, em condições de campo, desenvolvendo parcelas para medir vários efeitos, como o efeito do tipo de solo e do declive no escoamento superficial e na erosão e o efeito da vegetação na intercepção da chuva (Ibid).

Wismeeier (1955-58), citado por Hudson (1986) diz que as investigações analíticas usando as técnicas modernas de análise dos dados para correlacionar os resultados das experiências do campo, começaram em 1954 e como resultado destes estudos, foram identificadas as principais características do processo de erosão e enumerados matematicamente.

A acção erosiva da água da chuva é notória mediante o impacto das gotas de chuva e à acção de escoamento da água na superfície do solo Bertoni e Neto (1993) citado por Paulo (2000).

Para estimar a perda de solo são usados alguns modelos paramétricos como a USLE - (Universal Soil Loss Equation) e é traduzida pela seguinte fórmula:

$$A=R*K*L*S*C*P.$$

onde: A é perda do solo por ano (ton/ha).

R é índice de erosividade de chuva.

K é índice de erodibilidade do solo.

S é factor de inclinação de declive.

L é factor de comprimento do declive.

C é factor de maneio de cobertura vegetal.

P é factor de prática de conservação.

USLE é um modelo paramétrico desenvolvido no ocidente onde o nível de desenvolvimento e disponibilidade de dados é maior.

Um outro modelo desenvolvido para quantificar e qualificar a erosão é o SLEMSA (Soil Loss Estimation Model for Southern Africa) Este modelo foi desenvolvido no Zimbabwe por Elwell & Stocking (1982) e é dado pela seguinte equação:

$$Z = K * C * X$$

Onde: Z representa a perda estimada da terra.

K é o sub-modelo para a perda da terra dum solo numa parcela com declive padrão de 4.5 % e comprimento de 30 metros.

C- representa a diminuição proporcional da erosão graças à presença de uma cobertura vegetal.

X- representa a relação entre a erosão na parcela padrão e o terreno sub consideração.

Os submodelos C e X são comparáveis e compatíveis com os factores C e LS de USLE.

De acordo com Boot, et all, (1984) este modelo tem a vantagem de levar em conta a interacção entre a erodibilidade do solo e a erosividade da chuva, esta interacção não é feita pela USLE, para além disto, as informações necessárias para alimentar o modelo são facilmente disponiveis ou pode ser inferidos. Todavia tem o

inconveniente de ser um modelo empírico o que exige que seja muito bem testado fora do lugar onde foi desenvolvido.

Os factores naturais contribuem para a maior ou menor resistência do solo à acção de agentes externos como a água e vento.

Onde estes factores não são significativos a erosão pode ser provocada pela actividade humana que modifica as condições naturais locais por exemplo a modificação ou a remoção da vegetação natural, a construção de habitações e o cultivo nas encostas, o cultivo de culturas anuais, bem como a projecção das estradas ou ruas perpendicularmente às curvas de níveis dá à água um alto poder erosivo.

Para além dos factores naturais, a erosão resulta da acção da sociedade que modifica o comportamento dos processos físicos, químicos e biológicos.

A erosão ocorre diferentemente de região para região porque ela tem a ver com a actuação dos factores de que depende, especialmente quando não há tomada de medidas que a possa estancar.

Ferrão (1992:19) diz que a devastação das florestas acelera o processo erosivo. A terra é arrastada das encostas deixando os solos esqueléticos ou improdutivos assoreia os cursos de água onde se verificam desastrosas inundações que atingem os campos marginais. Diz ainda o autor que a perda de fertilidade de solo, devido à aplicação de técnicas agrícolas desajustadas, atingem valores verdadeiramente preocupantes.

Em todo o mundo, em média, entre 5 a 7 hectares de terras cultivadas, a sua maior parte situadas nos países em desenvolvimento perdem-se todo o ano; Só para citar alguns exemplos, na ilha de Java mais de 1/3 das terras altas estão sujeitas a erosão intensa e cerca de um milhão de hectares já se encontram degradados que nem sequer já podem suportar uma agricultura de subsistência; na Argentina cerca de 22

milhões de hectares, que são 16 % do total de terras agrícolas, estão em perigo de se perder; na Índia mais da metade de áreas agrícolas está ameaçada pela erosão hídrica e eólica, pelo aumento da salinidade ou pelas inundações.

Na ilha de Santiago, em Cabo Verde, por cada chuvada intensa são levados para o mar milhões de metros cúbicos de carrejos.

A FAO citada por Ferrão (1992:20) mostrava que se não forem profundamente melhoradas as técnicas de manuseamento do solo visando a sua conservação iriam perder-se entre 1975 a 2000, 112 milhões de hectares na América Sul, 203 milhões em África, 176 milhões na Ásia do sueste, 40 milhões na América Central, o que representa 9.8 %, 16.5 %, 35.6 % e 26 % em relação à terra agrícola total de 1975.

Este ritmo de perda de solos é muito grande considerando que a formação de uma espessura de poucos milímetros de solo fértil necessita de algumas centenas de anos. Elwell (1986:8) disse, mas tomando a título do exemplo o Zimbabwe onde a maioria dos solos foram formados por um processo meteorização *in situ*, que em 1000 anos formam-se apenas 20 mm de espessura do solo, o que corresponde a 300 toneladas de solo por hectare e estimou que em 15 000 anos o tempo necessário para se formar 300 mm de solo fértil. Actualmente estima-se que a taxa de perda de solo no Zimbabwe seja de 5 mm por ano.

A erosão não afecta só os países em desenvolvimento. Nos EUA e na Europa o problema de erosão é grave, um estudo feito em 1934, mostrou que nos EUA, cerca de 75% da área total estava seriamente afectada (Boot et al, 1994).

Capítulo III

3 *Estudo de erosão de solos na área de estudo*

Este capítulo é dedicado ao estudo de erosão na área de estudo. Parte-se da discussão dos distintos factores da erosão e apresenta a problemática no caso da área de trabalho. Seguidamente, se discute como os distintos factores operam para compreender a gravidade do problema. A base é o conjunto de elementos levantados e expostos nos capítulos anteriores e procura-se chegar às respostas das questões levantadas e referidas no capítulo I.

3.1 *Descrição geográfica da área de estudo quanto à erosão*

Os factores que determinam a erosão de solo pela água são: a intensidade, frequência e duração da chuva, a cobertura vegetal, a textura, a estrutura, infiltração e matéria orgânica do solo, o grau e comprimento da inclinação (Elwel, 1986; Hudson, 1986; Dijk, 1997).

Analisa-se a seguir como é que estes factores se manifestam na área de estudo.

Clima

Segundo Ludgren e Taylor (1993) citado por Paulo (2000), o clima afecta directa ou indirectamente o potencial erosivo. A relação é directa quando a chuva é que conduz a erosão.

A precipitação é de longe o mais importante. O intervalo de 200 e 1000 mm de precipitação por ano é considerado crítico na erosão causada pela precipitação, a partir deste intervalo assume-se que o solo possui uma cobertura vegetal suficiente para proteger o solo contra a erosão (Morgan, 1996; Boot et al, 1994, Citados por Covele, 1998).

Não é só a quantidade da precipitação anual que conta, mas também a distribuição anual e o carácter anual erosivo.

Ao considerar a influência da precipitação no processo de erosão é necessário ter em conta as suas características: energia, intensidade, quantidade, duração, distribuição e erosividade. Destas características a erosividade e a energia sazonal da precipitação descrevem melhor a erosão (covele, 1998).

O clima em particular a precipitação pluviométrica, constitui um factor determinante para a ocorrência de erosão de solos no Chibuto. O seu papel neste trabalho é analisado em função da sua quantidade e distribuição ao longo do ano ou das estações. Assim, com base nos dados do (Quadro 4), o comportamento da precipitação mensal é variável, Concentrando-se nos meses de Novembro a Março em que ela é superior a 90 mm, em contrapartida os meses de Abril a Outubro as precipitações não ultrapassam os 50 mm/mês. Estes dados sugerem que a erosão hídrica está confinada nos meses de Novembro e Março porque a precipitação total é tal que pode provocar um escoamento superficial.

Cobertura vegetal

A cobertura vegetal constitui a defesa natural do terreno contra a erosão e é o mais importante factor no processo erosivo; os efeitos da vegetação são os seguintes:

- Protecção directa contra o impacto das gotas de chuva;
- Dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes de atingir o solo;
- Decomposição das raízes das plantas que formando canáculo no solo, aumenta a infiltração da água;
- Melhoramento da estrutura do solo através da adição de matéria orgânica, aumentando assim a capacidade de retenção da água;

- Diminuição da velocidade do escoamento da água pelo aumento de atrito na superfície (Bertoni e Neto, 1993, citado por Paulo 2000).

A vegetação natural é de facto muito importante para o controle de erosão, mas com a sua destruição e a sua conseqüente substituição pelas culturas anuais como milho, amendoim e outras culturas alimentares torna os solos vulneráveis à erosão porque os solos ficam quase todo o ano desprotegidos devido às safras, lavoura e as vezes queima de capim.

A vegetação da área de estudo é dominada por matagal aberto e baixo, formações herbáceas e campos cultivados nas áreas rurais. Enquanto na área urbana e semi urbana a vegetação natural é quase inexistente, predominando construções e árvores artificiais como relva nos quintais das casas, eucaliptos, casuarinas cajueiros (na área semi-urbana).

O eucalipto foi introduzido na área de estudo como uma medida de estancar a erosão, contudo, não está a surtir efeitos desejados devido à sua copa estreita e ao facto de ter sido plantado à jusante das bacias de captação ou dos canais de escoamento.

O cultivo de milho, de mandioca e do amendoim não só nas encostas do Chibuto, favorece a erosão, porque a sua permanência sazonal no campo e aliado às exigências destas culturas, muitas vezes os campos ficam descobertos de vegetação o que leva ao impacto directa das gotas de chuva.

Topografia

O declive e o comprimento dos declives são muito importantes para a erosão. A combinação destes dois factores determina a velocidade da água e, esta por sua vez determina o tamanho e a quantidade das partículas ou do material arrastado e em suspensão no fenómeno de erosão (Bertoni e Neto, 1993 citado por Paulo, 2000).

A topografia é um dos factores determinantes na erosão de solos no Chibuto. A acção da topografia é analisada através do comprimento e o grau dos declives. A Cidade do Chibuto assenta-se sobre um *Plateau* com altitude média de 90 metros, descaindo gradualmente e de uma forma ondulada para a zona baixa. O mapa dos declives classificados e do DTM mostra que o comprimento médio dos taludes é de 10 m e o declive médio é de 6 % na parte central a 10 % em toda faixa ocidental da serra, o que sugere que a parte ocidental com excepção do vale é a mais propensa à erosão (Mapa 5 e5A).

Natureza do solo

Os solos devido às diferenciações nas propriedades físicas, biológicas e químicas apresentam diferentes níveis de erosão quando expostas às mesmas condições de chuvas, da topografia e de cobertura vegetal. O risco de erosão aumenta com o aumento do escoamento superficial. A infiltração, a textura, estrutura e a matéria orgânica são muito importante na influência do processo erosivo (Hudson 1986).

A erodibilidade expressa a habilidade do solo para resistir a erosão, esta habilidade é determinada por uma larga extensão de variáveis físicas (textura, estabilidade estrutural, matéria orgânica). Senão vejamos como cada uma destas variáveis actua:

- Infiltração- é o movimento de água para dentro da superfície do solo. Um solo com maior velocidade de infiltração terá menor escoamento superficial e consequentemente sofrerá menor efeito de erosão.
- Textura- Refere-se ao tamanho das partículas e proporção entre as partículas constituintes do solo, que podem ser areia, limo e argila. Os solos de textura grosseira (com maior percentagem de areia), possuem maior taxa de infiltração relativamente aos solos de textura fina (com maior percentagem de limo e

argila), reduzindo assim o potencial de erosão. Mas em contrapartida, por possuírem baixa percentagem de partículas de argila que actuam como agente cimentantes das partículas grandes, uma pequena quantidade de água que escorre na superfície pode arrastar grandes quantidades do solo. Os solos argilosos possuem baixa permeabilidade, o que faz com que pequenas quantidades de precipitação resultem muitas vezes em escoamento superficial, nestes solos a força de coesão entre as partículas é menor relativamente aos solos arenosos. Consequentemente os solos argilosos possuem maior resistência aos desprendimento das partículas que os solos arenosos excepto quando secos.

- Estrutura do solo- é o arranjo das partículas do solo em agregados. A estrutura afecta a capacidade do solo de absorver a água. Solos com crosta na superfície (compactos), tem tendência a escoar ao invés de infiltrar água. Solos granulares absorvem e retém a água, facilitando o crescimento das plantas, solos com fraca estrutura são potencialmente erodíveis. A PST influi na estrutura dos solos, porque uma maior PST, ($PST > 15\%$ da CTC) implica uma fraca estrutura do solo e uma menor PST implica uma boa estrutura.
- Matéria orgânica- consiste de resto de vegetação ou animais em vários estágios de degradação. A matéria orgânica aumenta a permeabilidade, a capacidade de retenção da água e a fertilidade do solo. Em solos arenosos, causa a aglutinação das partículas, diminui o tamanho dos poros e assim aumenta a capacidade de retenção de água.

Os solos que ocorrem na área de estudo, por exemplo os Aj, dAj e dAb, tem pouca matéria orgânica e textura arenosa e consequentemente uma fraca estrutura.

3.2 Discussão dos problemas de erosão de solos na área de estudo e sua avaliação

Da interpretação dos mapas topográficas, de uso e cobertura de terra, de solos e de geologia e bem assim dos declives classificados, constatou-se que a cota máxima da área de estudo é de 155 metros os terrenos variam de quase plano a colinosa passando de suavemente ondulado, facto que faz com que haja pequenas bacias de captação de águas pluviais.

Os solos são predominantemente arenosos, com partículas soltas, pouca matéria orgânica, ocorrendo na sua maioria em terrenos quase planos precisamente na parte central da área de estudo. Mais de metade dos solos da área de estudo são de textura arenosa e é nestes solos onde a problemática de erosão é evidente.

A cobertura vegetal é de baixa densidade predominando formações herbáceas arborizadas; a fraca densidade vegetal é devida à irregularidade das chuvas, e à destruição da vegetação.

O aumento da população absoluta que vive basicamente de agricultura, levou a intensificação da actividade agrícola, tendo resultado na diminuição da extensão das áreas do pousio, aumentando o tempo em que o solo é cultivado expondo-o várias vezes antes do crescimento das plantas com o seu poder protector à chuva e ao escoamento superficial. Com este aumento populacional a procura da terra para o cultivo aumentou, facto que resultou no esgotamento de terras estáveis e como consequência a população passou a cultivar nas encostas. Esta prática fez com que em vastas áreas, as antigas florestas abertas, matas e outros tipos de vegetação natural fossem gradualmente substituídas por campos cultivados com uma consociação de culturas tais como o milho, o amendoim, a mandioca, o feijão nhemba e árvores de frutas disseminadas pelos campos de cajueiro, mafureira e a mangueira.

A política das aldeias comunais, as cheias de 1977 e a guerra ora terminada em 1992, fizeram surgir nos arredores da cidade do Chibuto aldeias e muitas delas nas encostas.. Estas aldeias foram instaladas sem infra-estruturas ambientais e sem obedecer a qualquer ordenamento. Como a actividade básica da população local é a agricultura e criação de gado bovino, a população é obrigada a deslocar-se todos os dias ao vale, onde os solos aluvionares e hidromórficos proporcionam bons rendimentos agrícolas e bons pastos. Às vezes o gado é apascentado em espaços da zona habitada. Portanto, as terras íngremes estão sendo usadas para a habitação, cultivo e apascentamento do gado.

O movimento rotineiro casa/machamba ou local de pastagens fez surgir pequenos caminhos ou atalhos que em geral tem sido os focos de escoamento superficial, porque muitos deles estão abertas perpendicularmente às curvas de níveis e devido ao pisoteio das pessoas e dos animais o solo tornou-se mais compacto permitindo a aceleração do escoamento superficial. Vários lugares compactados por pisoteio animal e humano foram observados no terreno.

O gado é levado sucessivamente do local de residência para as pastagens ou para a baixa, a fim de se alimentar ou para abeberamento, o que resulta no pisoteio e abertura de caminhos para além do sobrepastoreio.

Estes factores elevam o risco de erosão porque dão acesso ao escoamento superficial.

Dados colhidos no campo indicam que antes da construção das aldeias as residências eram isoladas cercadas de campos cultivados, terras em pousio e formações herbáceas; o facto de as residências estarem isoladas dificultava a junção das águas com volume e velocidade suficiente capaz de provocar escoamento superficial e provocar ravinas.

Christiansson et al (1993) e Araújo (1997) referem que a política das aldeias comunais tinha como objectivo principal, o melhoramento dos serviços sociais, fornecimento de água, de escolas e cuidados de saúde em áreas rurais e, também para implementar o controlo político sobre a população rural. Infelizmente quando a localização de novas aldeias foi escolhida, inadequada consideração foi dada sobre os aspectos ligados à gestão da terra.

A urbanização é um dos factores a levar em conta. Morgan (1986) citado por Ombe (1991:12) chama atenção a um tipo de erosão chamada erosão urbana, em que nas diferentes fases de criação de um centro urbano assiste-se a redução da capacidade de infiltração e a um aumento do escoamento superficial podendo provocar sulcos ou ravinas em áreas contíguas. Este fenómeno parece ter tomado lugar ao longo da história do crescimento urbano do Chibuto, tal como os factos acima descritos apontam.

A urbanização é consequência do agravamento das condições de vida no campo (seca e guerra). Esta situação não permitiu a criação de organismos capazes de conceber e manter sistemas de drenagem das águas pluviais e infra-estruturas ambientais básicas nas zonas rurais. Portanto, o aumento da população na cidade de Chibuto não foi acompanhado do melhoramento de infra-estruturas, facto que resultou na rotura do sistemas de esgotos e a terra terá excedido a sua capacidade de carga.

Em conclusão a erosão que ocorre na cidade de Chibuto alastrando-se para arredores, em particular nas encosta é resultado do cultivo e habitação nas encostas, abertura de caminhos perpendicularmente às curvas de níveis e a consequente destruição da vegetação protectora.

Capítulo IV

4 Discussão e resultados

4.1 *Impacto da erosão dos solos no Chibuto e arredores*

O problema de erosão no Chibuto tornou-se grave com as enxurradas de 1992. A cidade de Chibuto e arredores, cobertos nesta investigação sob o signo de área de estudo, não é historicamente uma área problemática em termos de erosão. Isto quer dizer que para os olhos do cidadão comum a erosão tornou-se clarividente em 1992, é porque antes desta data já se fazia sentir e, Ombe (1991) já havia chamado atenção de quem de direito para o problema que já existia, desatado pelo comportamento da população no que diz respeito à gestão daquele espaço geográfico.

A partir de 1992, a área de estudo torna-se progressivamente erodida de diferentes formas e, como consequência disso, muitas infra-estruturas sociais e económicas ficaram afectadas, tendo se chegado, em alguns casos à sua obstrução (Foto 4 e 5).

Por exemplo, o cemitério do concelho Municipal, a EN 206 que liga Chibuto-Chissano-Maputo e o colector principal de águas pluviais estão obstruídos. Actualmente a estrada nacional 208 que liga Chibuto e Guijá está ameaçada. Os sedimentos transportados da parte alta resultaram no soterramento de tanque carracida e dos solos aluvionares cujas terras perderam significativamente o seu potencial. Além disso, nota-se a redução da profundidade e do perímetro irrigado pelo rio Changaná e lagos devido assoreamento.

Uma escola primária situada no bairro Mussavene está em perigo de ruir devido à erosão, junto dela uma tamanha ravina desenvolveu-se e ainda está se desenvolvendo.

As ruas, os muros das casas e de alguns edifícios da cidade, as raízes das árvores, evidenciam quão é grave, actualmente, o problema de erosão na área de estudo.

4.2 Causas principais desta situação

A erosão deve-se normalmente às características do terreno ou remoção vegetal influenciado pelo Homem. A remoção da cobertura vegetal causa escoamento excessivo das águas pluviais (Banco Mundial, citado por Dijk 1997). A mudança na cobertura vegetal e nas características físicas de um lugar tem a ver com a actividade do homem.

Na cidade de Chibuto e arredores com a elevada densidade populacional, o recurso terra torna-se escasso e o Homem é obrigado a intensificar o uso da terra e a ocupar terras menos aptas para agricultura e; habitação; estes factos resultaram na ocupação desordenada, na construção nas encostas e abertura de clareiras e caminhos de passagem donde a água escoava livremente iniciando o processo erosivo.

A pobreza e a ignorância

A falta de recursos financeiros e o índice elevado de desemprego da população na área de estudo têm resultado no uso intensivo da terra e na ampliação de áreas agrícolas por forma a aumentar os rendimentos familiares. Se a maioria da população não fosse camponesa ou desempregada, no mínimo, ia minimizar o abate das árvores para fonte de combustível, ou ia diminuir a abertura e pisoteio dos caminhos em direcção às fontes de água porque assume-se que a população teria acesso a água canalizada. Portanto, o fraco poderio económico influi de uma forma indirecta na erosão que ocorre na área de estudo.

A ignorância por si só não explica o problema de erosão em especial na área de estudo, principalmente porque aquela população tem uma experiência ancestral de lidar com os sistemas naturais. Ela sabe o que acontece quando se desmata um terreno inclinado e em caso de chuva. Os informantes mostraram em parte este conhecimento, mas não é

integrado. Todavia, a pobreza parece contribuir para tomarem uma atitude aparentemente de ignorância, forçada pelas necessidades na luta titânica pela sobrevivência. Assim, a pobreza torna-se um factor quando aliado à situação de inexistência de alternativas, sugerindo, à primeira vista, que há pouco conhecimento do funcionamento dos sistemas naturais, como é o caso da destruição da vegetação quer por queimada quer por lavoura seja em que terreno for. Cerca de 60 % dos inquiridos sobre o perigo da construção e cultivo nas encostas mostram que não era nenhum problema em fazer tais práticas naqueles locais.

Esta percentagem, numa análise profunda que foi feita, constatou-se que trata-se de uma posição defensiva, já que a demonstração de um certo conhecimento, pode significar deslocação daquela população para outros lugares, o que significaria início de nova vida sem compensação.

De acordo com Mavale¹ secundado por Diogo² (28/06/01) as causas de erosão de solo estão ligadas com a ocupação desordenada e espontânea dos bairros periféricos, aquando da guerra. Estes dois informantes são de opinião que a falta de manutenção ou assistência dos esgotos que existem na vila precipitou a erosão no Chibuto.

Para Sr. Langa a erosão deve-se a situação geográfica do Chibuto e também ao deflorestamento. A opinião da Perpetua é de que as casas de alvenaria e as cobertas de chapas de zinco tem provocado a erosão porque descarregam muitas quantidades de água de uma única vez. Constata-se no terreno, que não há prática ou sistema de captação de águas pluviais que noutros lugares do país é usado para o consumo.

¹ Técnico do planeamento físico do Município do Chibuto.

² Ex-presidente do extinto Conselho executivo do Chibuto.

A natureza da erosão na área de estudo de acordo com estas opiniões e segundo aquilo que foi observado no campo é fundamentalmente antropogénico. Porque a relação entre os solos e a sua topografia e a precipitação mostra que a erosão é algo insignificante; mas as formas de uso e ocupação da terra levaram ao estado actual da área de estudo.

4.3 Dimensão espacial da erosão dos solos em Chibuto e arredores

Na área de estudo ocorre, principalmente a erosão por sulcos e laminar, embora existam ravinas mais expressivas. Como se referiu anteriormente, a erosão laminar, embora não evidente e não cartografada nos mapas, ocorre uma vez que se registaram ravinas e estas são, na essência, a fase agravada da erosão laminar. Esta ocorre quase literalmente em toda a área de estudo de estudo, particularmente na zona semi-urbana, mas ela é frequentemente imperceptível. Concorreu para o facto de não ter sido mapeado, o facto de, o trabalho de campo se ter realizado numa altura pouco favorável para detectar no terreno esta manifestação subtil da erosão.

Assim, na área de estudo ocorrem numerosas ravinas com diferentes e complexas características (Mapas 6 e 6A). Todas as ravinas localizam em locais onde havia sido construído ou estão construídas casas, o que terá levada à densificação de caminhos, principalmente na encosta. Senão, vejamos:

Ravina 1 esta ravina localiza-se na parte sul do bairro do cimento, ela formou-se ao longo da encosta. Embora não se tenha certeza da causa da sua origem, assume-se que terá começado em 1992, devido à danificação de um pequeno colector de água que tinha sido colocado sobre a EN 206 para drenar as águas pluviais provenientes do bairro "25 de junho" e cimento. A partir deste ponto as águas passam a um escoamento superficial desorganizado seguindo os caminhos abertos pela população. Esta ravina

danificou a EN 206, numerosas casas e tantas outras estão em perigo de ruir, talvez já na próxima enxurrada. Trata-se de uma ravina ainda em actividade, estando agora a ameaçar o desvio alternativo ora aberto. A sua extensão é de aproximadamente 500 metros de comprimento, 30 de profundidade máxima e 50 de largura.

Ravinas 2, 3 e 4 também localizam-se na mesma faixa com ravina 1 diferenciando-se apenas na extensão. Estas ravinas embora sejam de grande expressão ainda não atingiram a EN 206 mas são tão dinâmicas que qualquer chuvada forte esta estrada pode conhecer mais cortes.

Ravina 5 localiza-se no bairro "Samora Machel", ela formou-se em 1992, mostra uma certa estabilidade porque já foi colonizada na sua maior parte por vegetação natural esporádica (foto 7). Terá sido a causa fundamental desta ravina, a concentração de águas do escoamento superficial numa pequena bacia de acumulação e, condicionado por caminhos abertos por animais (bovinos) e pessoas, o escoamento foi tal que o volume e a velocidade da água fosse capaz de provocar uma incisão daquela dimensão.

Ravina 6 localiza-se no bairro Nhocane, é a mais extensa de todas, parte do armazém SOGAZA até a parte baixa onde deposita os seus sedimentos passando pelo cemitério municipal, já dividido ao meio por esta ravina, colocando também muitas casas e ruas na eminência de obstrução. A causa primária desta ravina são as descargas das águas pluviais através de uma conduta já danificada e a já referida causa de casas e caminhos nas encosta, que aceleram o escoamento superficial. Tem de extensão pouco mais de 2 Km e, uma largura máxima de 50 metros.

Ravina 7 também se localiza no bairro Nhoncane mas na parte mais baixa do bairro, a sua extensão é 144 metros.

Ravina 8 localiza-se no mesmo bairro, tem uma extensão de cerca de 427 metros, e uma largura média de 30 metros; trata-se de uma ravina já estabilizada no que diz respeito à sua progressão em direcção a EN 208 e à cidade. A estabilização desta ravina deve-se ao facto de existir uma rocha (Foto 3) bem consolidada junto a esta estrada e à colonização pela vegetação e, graças a esta rocha que aquela estrada ainda não está danificada. Porém esta ravina é dinâmica nas encostas laterais. Esta ravina tem origem na condução de águas residuais provenientes do bairro do cimento.

As ravinas 9, 10 e 11 localizam-se no bairro Mussavene e possuem 471, 53 e 500 metros de comprimento, respectivamente. Estas ravinas tem origem no escoamento superficial excessivo.

Foram identificadas as ravina 12 e 13 ainda no mesmo bairro mas não foram mapeadas devido a obstáculos que impediram o funcionamento correcto do GPS.

Existem na área de estudo numerosos focos de acumulação de águas pluviais e que tem sido fonte de nascimento de ravinas e sulcos; isto tem a ver com o volume e a velocidade de água escoada.

Estas ravinas e pontos de acumulação de água na estação seca tem uma actividade passiva e na estação húmida ou das chuvas uma actividade activa.

A construção e a prática de agricultura nas encosta, o pisoteio pelo gado e pelas pessoas de caminhos não asfaltados, a substituição de vegetação natural pelas culturas anuais como o milho, amendoim e a mandioca são as principais causas da formação das ravinas.

Na área de estudo existe, para além das ravinas muitos outros locais que sofrem problema erosão laminar e em sulcos, principalmente este último tem maior expressão nos bairros 1, 2, 3 e "25 de Junho" enquanto a cidade de cimento é mais afectada pela erosão laminar associada de onde a onde por sulcos. Nos bairros Canhada, Chimundo a

erosão ainda é insignificante, a degradação de solo nestes locais tem a ver com a redução da fertilidade de solo. Os sulcos e a erosão laminar afecta toda a área de estudo, com excepção de zonas bem protegidas por vegetação.

4.4 Medidas de combate

As medidas de combate de erosão na área de estudo, passam por plantio de árvores nas zonas afectadas pela erosão, as plantas mais usadas são eucaliptos, casuarinas, mudilhas e em certos lugares cactos, como medidas de protecção biológicas ou vegetais. Para além destas constatou-se a arrumação de sacos de areia para estancar o deslizamento da terra (Foto 2). Este trabalho tem sido feito principalmente na estação chuvosa pelo Concelho Municipal em coordenação com a Direcção Provincial do Ambiente em Gaza. A nível das comunidades a população tem usado entulhos, capim e outro tipo de lixo para nivelar os sulcos.

Todavia, estas medidas tem redundado num fracasso porque: i) as plantas muitas foram semeadas à jusante das bacias de captação ou dos focos de escoamento superficial. A arrumação de sacos de areia tem estancado o deslizamento da terra de uma forma efémera por causa da destruição, com o tempo, do saco; o lixo ora depositado nas ravinas e sulcos, os entulhos de capim tem sido usados de uma forma arbitrária, isto é, sem uma pré-avaliação ou preparo do terreno o que resulta na sua remoção fácil pelas águas em caso de escoamento.

Nenhuma medida mecânica que está sendo usada nos locais afectadas pela erosão, embora se deva mencionar que um estudo técnico para a recuperação das ravinas tenha sido feito pela Faculdade de Engenharia Civil e pela equipe do MICOA. Recorde-se que as medidas mecânicas advogadas passam por abertura de terraços de



valas, uso de gabiões e linhas de pedras por forma a controlar, diminuir ou desviar o escoamento superficial.

As análises efectuadas neste estudo sugerem que para o combate efectivo da erosão se deve aplicar também as medidas biológicas acima descritas de forma integrada: Sobre o plantio das espécies praticadas deve se acrescentar capim, de uma espécie adequada, para aumentar o poder de protecção de, por exemplo de eucaliptos.

A adopção de algumas medidas locais de combate à erosão por parte da população residente deixam transparecer certa sensibilidade da população em relação à erosão.

O combate da erosão na área de estudo requer uma intervenção multisectorial e multidisciplinar e não só mas também desenvolvimento de políticas sociais e de um plano de uso de terra compatível às praticas locais

Capítulo V

5. Conclusões

Este trabalho pretendeu avaliar a problemática de erosão na cidade de Chibuto e arredores. Ele evidencia que a erosão de solos no Chibuto é consequência directa das actividades humanas e da definição de políticas de uso e aproveitamento da terra bem como aplicação de medidas integradas de protecção. A população local não deve ser excluída no processo de implementação de tais medidas e políticas.

A erosão de solos no Chibuto é consequência das mudanças nas formas do uso e aproveitamento da terra, isto é, existe uma relação causa-efeito entre as mudanças de uso de terra e a erosão que ocorre na área de estudo. As mudanças nas formas de uso da terra são consequência da política das aldeias comunais, as cheias de 1977 e guerra civil que assolou o país durante 16 anos e que só viria a terminar com a assinatura do Acordo Geral de Paz (AGP) em 1992. Estes factos levaram ao aumento da população e a consequente densificação das construções à prática de agricultura e criação de gado em terrenos não recomendadas para este fim.

O contínuo cultivo da terra (sucessão de culturas), motivado pela pobreza dos solos arenosos predominantes na serra, a abertura de caminhos pela população e pelo gado bovino para as fontes de água e para solos aluvionares do vale do rio Changana e o seu consequente endurecimento pelo pisoteio animal e humano condicionou no impacto directo das gotas de chuva sobre o terreno e ao escoamento superficial.

A pobreza, contribuindo para uma aparente ignorância, precipitou e agravou a erosão de solos na área de estudo.

10. DINAGECA (1969). Carta Topográfica do Chibuto, escala 1:50 000, folha 1148.
Maputo
11. DINAGECA (1999). Carta de uso e cobertura da terra escala 1: 50 000
12. Dos Muchangos, A (1999). Moçambique, paisagens e regiões naturais. Maputo
13. Duarte. L.A. F (1992). Erosão hídrica e erosão eólica. *In Agricultura e desertificação*. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Textos Coordenados por J.E. Mendes Ferrão.
14. Elwel, H. (1986). Soil conservation, Harare: The College press (pvt) Ltd
15. Erosão, ordenamento territorial e núcleos ambientais são prioridades *In Novo Moçambique (Outubro/Novembro de 2000)*. Entrevista concedida pelo Ministro John Katchamila MOCOA. Maputo
16. Ferrão J. E.M (1992). A desertificação integrada na conservação dos recursos naturais, poluição e na produção de alimentos, *In Agricultura e desertificação*. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Textos Coordenados por J.E. Mendes Ferrão.
17. Hudson, N. (1986). Soil conservation, London: Batsford Ltd
18. INIA (1992). Carta e legenda de solos de Chibuto 1:50 000 INIA/DTA
19. ssan et al, (1981). Assesment of Land resorce for rainfed crop production in Mozambique: Climatic data bank ang lengh of growing period analisys. FAO, AGOA/Moz/75/011, field document number 33, Maputo
20. rques, J.M. (1961). Esboço para uma monografia agrícola do posto sede dos muchopes e de regulados do Chibuto, Junta de investigação do Ultramar. LM

6. Bibliografia e anexos

6.1 Bibliografia

1. Araújo, M.G.M (1997) Geografia dos povoamentos - Uma análise dos assentamento humanos rurais e urbano, Livraria universitária, UEM. Maputo
2. Bennet, H.H (s/d). sobre o conceito de erosão. Cap.II p.101-117.
3. Bondyrev, I.V (1983). Carta geomorfológica de Moçambique, Escala 1:1000 000 1ª ed. DNG. Maputo
4. Boot et al. (1994). Apontamentos da tecnologia e conservação de solos, UEM. Maputo
5. Chistiansson, C.et al, (1993). The Hand of man. Soil conservation in Kondoa eroded area, Tanzania. SIDA's regional comission and conservaciona unit, RSCU. Report number 12, Nairobi
6. Coastal & Environmental Service (2000)- Estudo do impacto ambiental da operação da mineira e de fundição de projecto Corridor Sand, Da Southern Cooperation no Chibuto, Província de Gaza. Vol.1: relatório de definição do âmbito e termos de referência e envoronmental service, Grahamstown.
7. Covele, P. A (1998). A erosão hídrica em Gondola e Chimoio, uma contribuição na avaliação dos factores que influenciam a erosão, Tese de licenciatura , UEM, 1998
8. Da costa, Joaquim B. (1991). Caracterização e constituição do solo, 4ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
9. Dijk, V. (1997). Erosão e conservação de solos em Moçambique. Maputo

10. DINAGECA (1969). Carta Topográfica do Chibuto, escala 1:50 000, folha 1148.
Maputo
11. DINAGECA (1999). Carta de uso e cobertura da terra escala 1: 50 000
- 12. Dos Muchangos, A (1999). Moçambique, paisagens e regiões naturais. Maputo
- 13 Duarte. L.A. F (1992). Erosão hídrica e erosão eólica. *In Agricultura e desertificação*. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Textos Coordenados por J.E. Mendes Ferrão.
14. Elwel, H. (1986). Soil conservation, Harare: The College press (pvt) Ltd
15. Erosão, ordenamento territorial e núcleos ambientais são prioridades *In Novo Moçambique (Outubro/Novembro de 2000)*. Entrevista concedida pelo Ministro John Katchamila MICOA. Maputo
16. Ferrão J. E.M (1992). A desertificação integrada na conservação dos recursos naturais, poluição e na produção de alimentos, *In Agricultura e desertificação*. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Textos Coordenados por J.E. Mendes Ferrão.
17. Hudson, N. (1986). Soil conservation, London: Batsford Ltd
18. INIA (1992). Carta e legenda de solos de Chibuto 1:50 000 INIA/DTA
19. Kassan et al, (1981). Assesment of Land resorce for rainfed crop production in Mozambique: Climatic data bank and lengh of growing period analisys. FAO, AGOA/Moz/75/011, field document number 33, Maputo
20. rques, J.M. (1961). Esboço para uma monografia agrícola do posto sede dos muchopes e de regulados do Chibuto, Junta de investigação do Ultramar. LM

21. Marques, M.M (1992). Formas de degradação de solos. *In Agricultura e desertificação*. Associação Internacional das Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Textos Coordenados por J.E. Mendes Ferrão
22. Murreveia, A.A (1999). Estratégia de combate à erosão actual na vila de Marrupa: Uma contribuição para a gestão ambiental urbana. tese de licenciatura. UEM. Maputo
23. Negrão, J(1996). Uso da terra em Matutuine, UEM
24. Oberholzer, W.F. (1963), Carta geológica de Moçambique, escala 1:250 000, folha Sul G 36/d. Bolentim dos serviços de geologia e minas. Maputo
25. Ombe, Z. (1991). A degradação de solos nas terras altas do Chibuto. *In Extra n.º 7:12-15*. revista para o desenvolvimento e extensão rural.
26. Ombe,Z (1998). Soil erosion and land use change in Southern Central Chibuto Southern Mozambique, paper presented in biennial conference of the association of Southern African Geomorphologist, Grahamstown, 28 June to 3 July
27. Paulo, A. M (2000). Os moradores e a erosão no bairro da Plana Caniço. Tese de licenciatura UEM Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo
28. Schwab, G. o et al. (1992). Soil and water conservation engineering, 4th ed, John Wiley & Sons USA
29. Sola, L (1993). A estratégias para combater a degradação da terra. *In Splash. Vol.9 N.º 1*. Bolentim do sector da SADCC para a conservação do solo e água e utilização da terra.
30. Wambeke, J. Van (1986). Erosion hazard mapping Mozambique. Série terra e água, INIA/DTA. Comunicação 20. Maputo.

6.2 Anexos

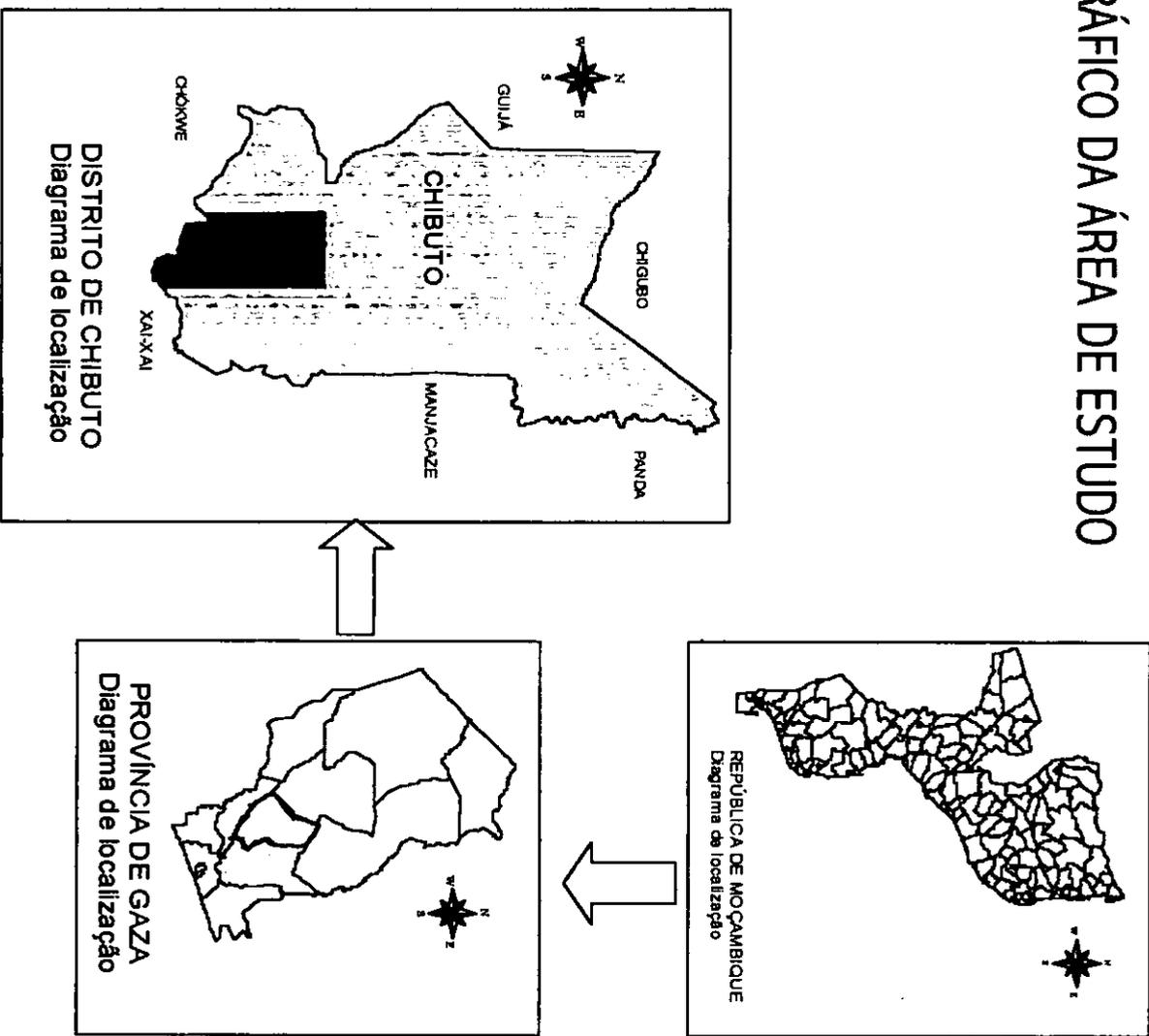
Anexo A: mapas

Anexo B: fotografias

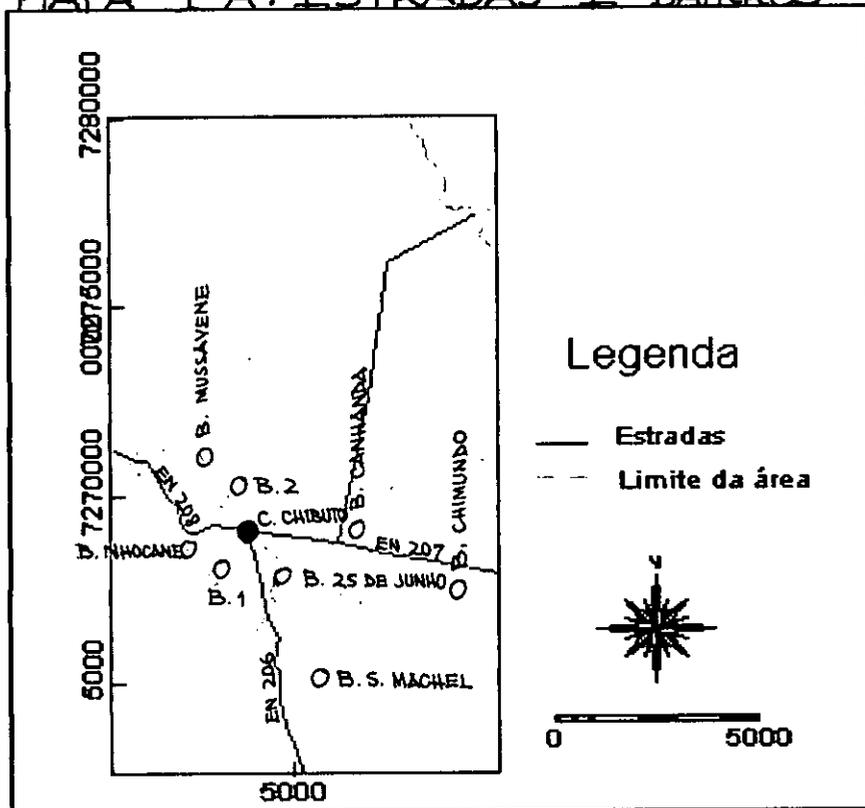
Anexo C: guião de inquérito

ANEXO A
MAPAS

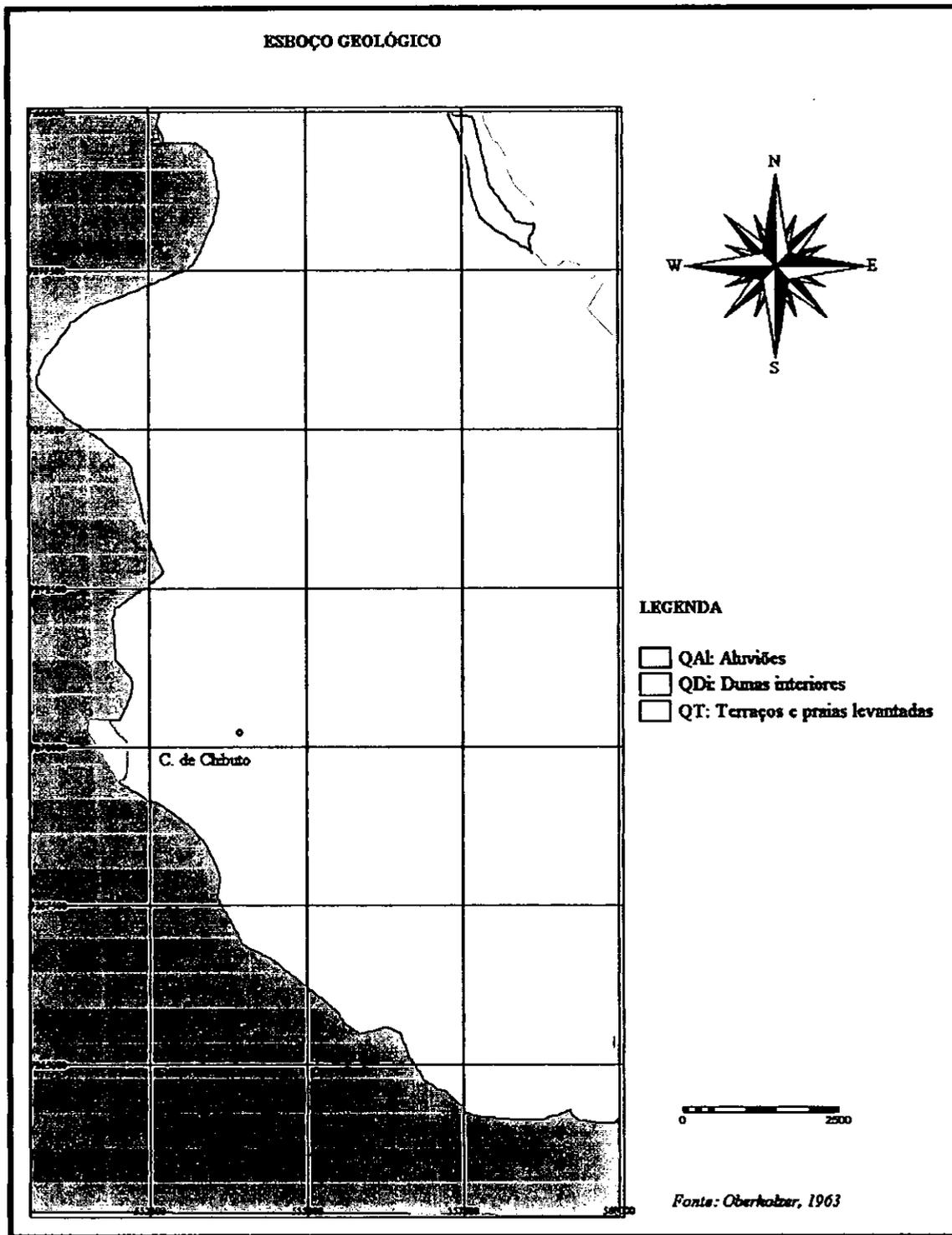
ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO



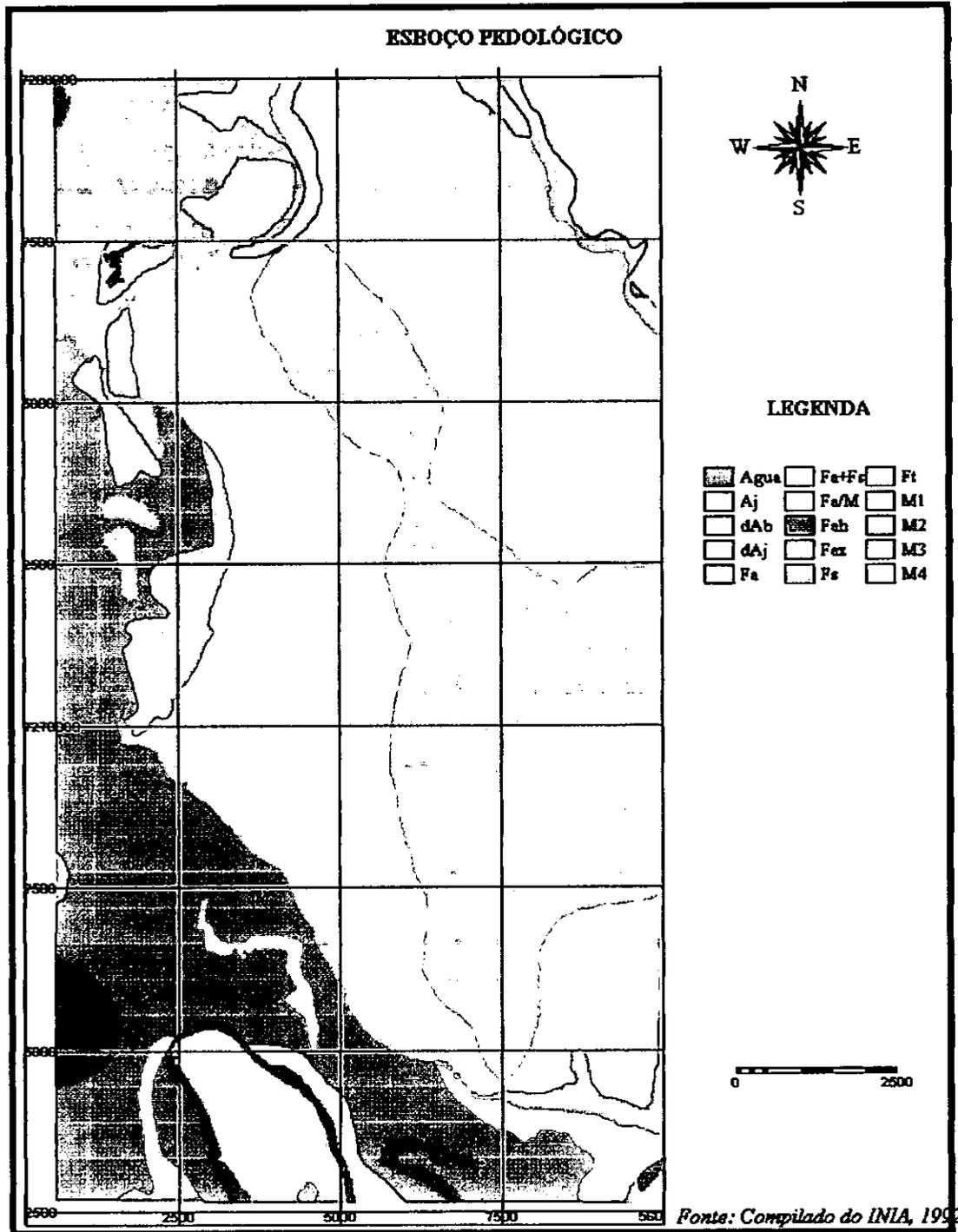
MAPA 1-A: ESTRADAS E BAIRROS



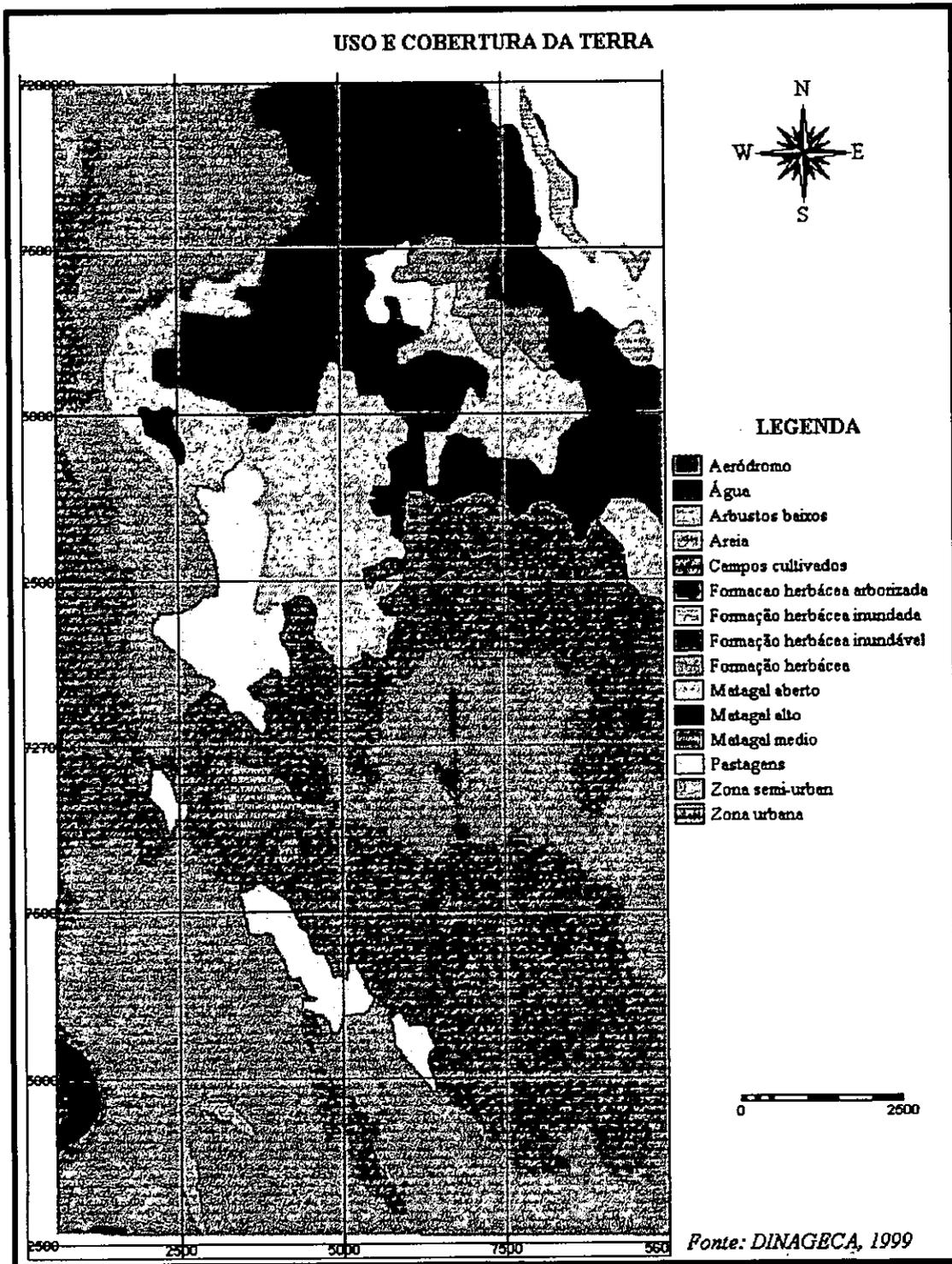
MAPA 2



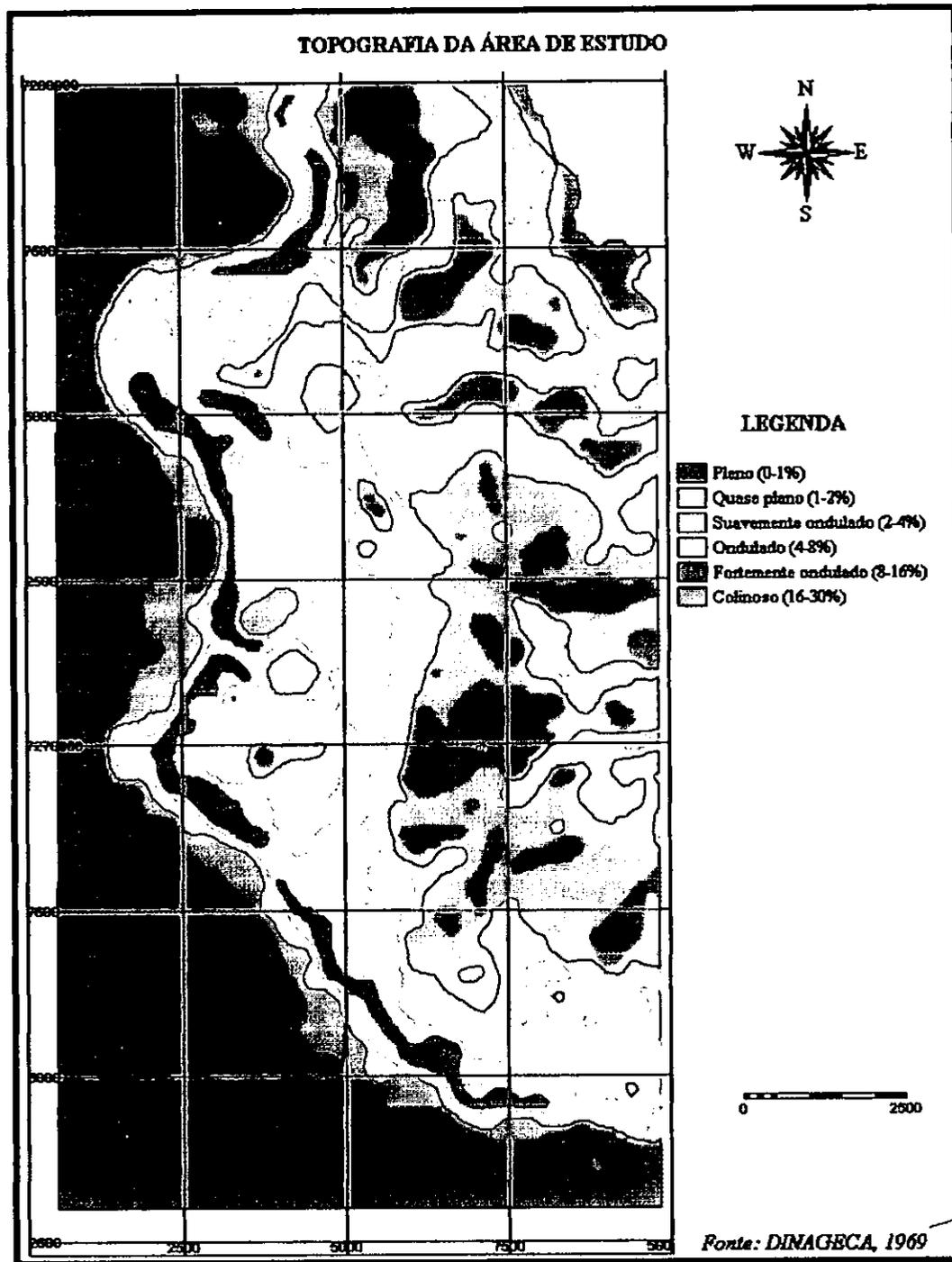
MAPA 3



MAPA 4

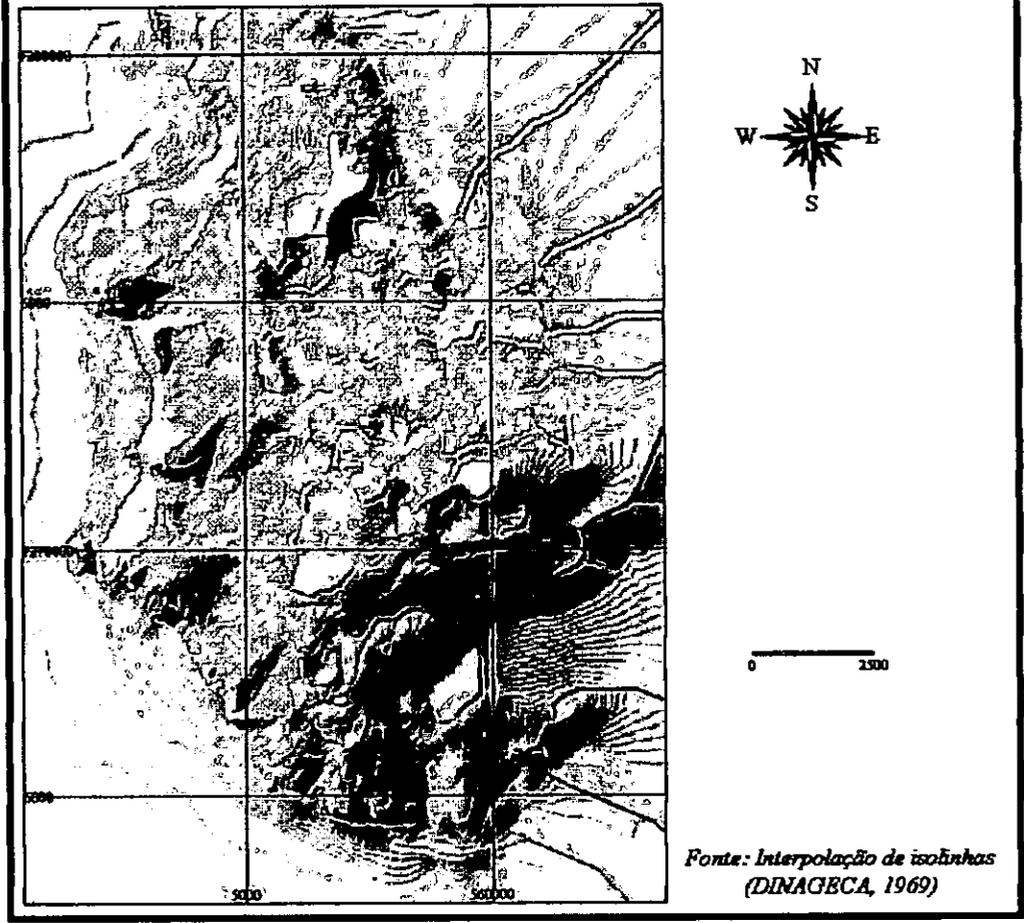


MAPA 5



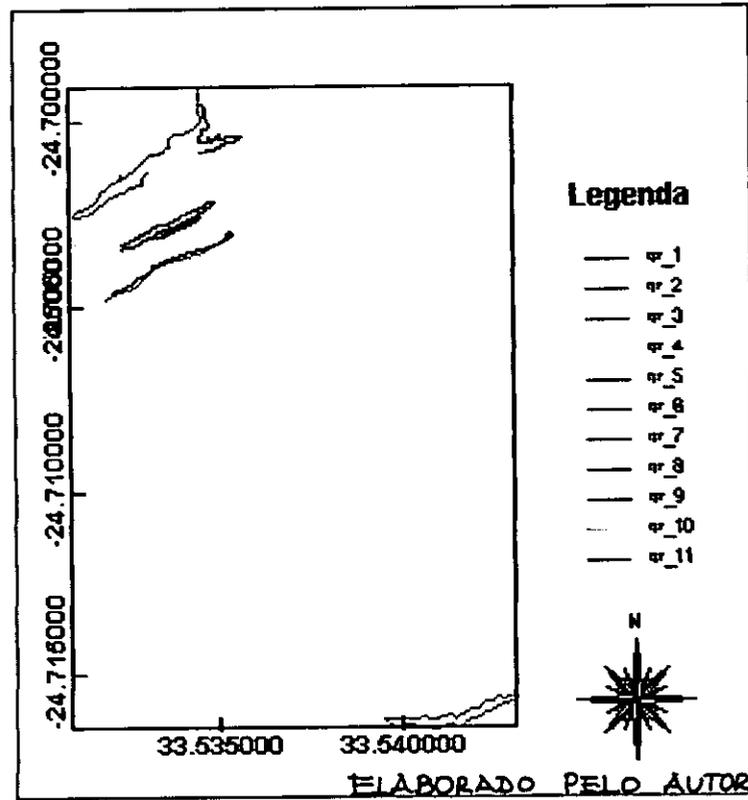
MAPA 5A

MODELO DE ELEVACÃO DE TERRENO (DTM)

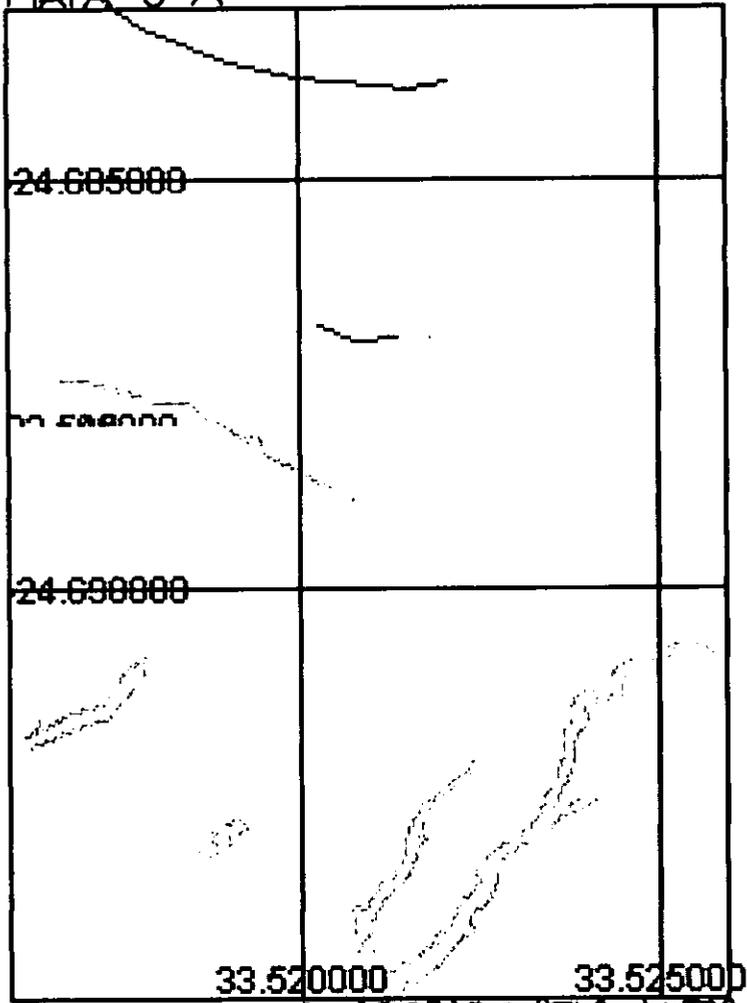


Fonte: Interpolação de isoëlinhas
(DINAGECA, 1969)

MAPA 6
Ravinas: Distribuição e localização



MAPA 6-A



--- Rv: Ravinas
— Sc: Sulcos



ELABORADO PELO AUTOR

ANEXO B
FOTOGRAFIAS

FOTO 1: EROSIÃO LAMINAR E EM SULCOS
NUMA DAS RUAS DA CIDADE DE CHIBUTO.

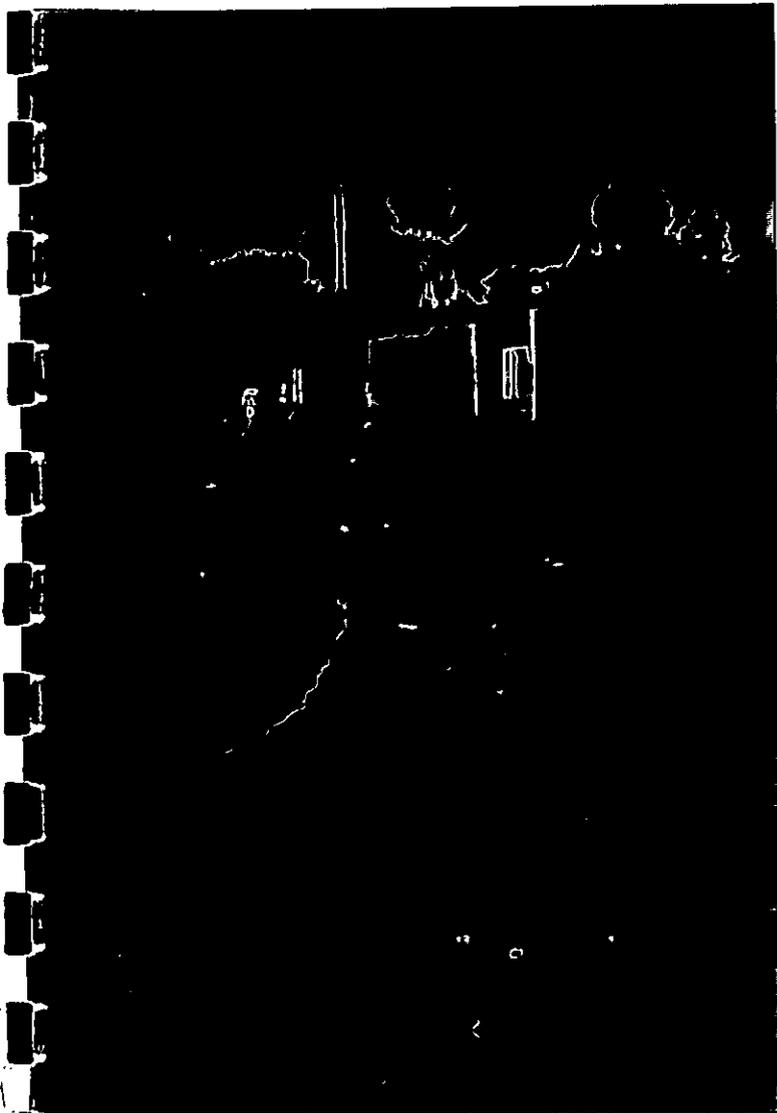


FOTO 2: ARRUMAÇÃO DE SACOS PARA
ESTANCAR A EROSIÃO.

FOTO 3: RAVINA EM DESENVOLVIMENTO.



FOTO 3-A: RAVINA COM UM AFLORAMENTO ROCHOSO.

FOTO 4: RAVINA AMEAÇANDO UMA
CASA.

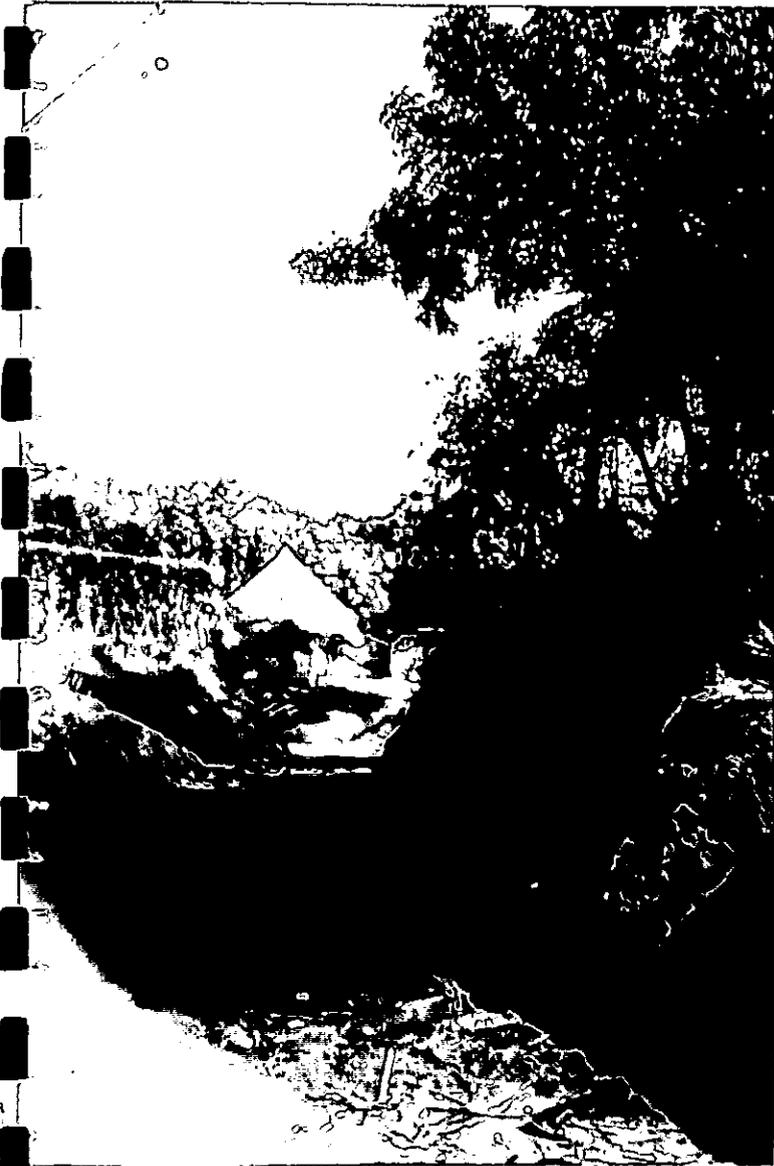


FOTO 5: RAVINA AMEAÇANDO OBSTRUIR
EN 208.

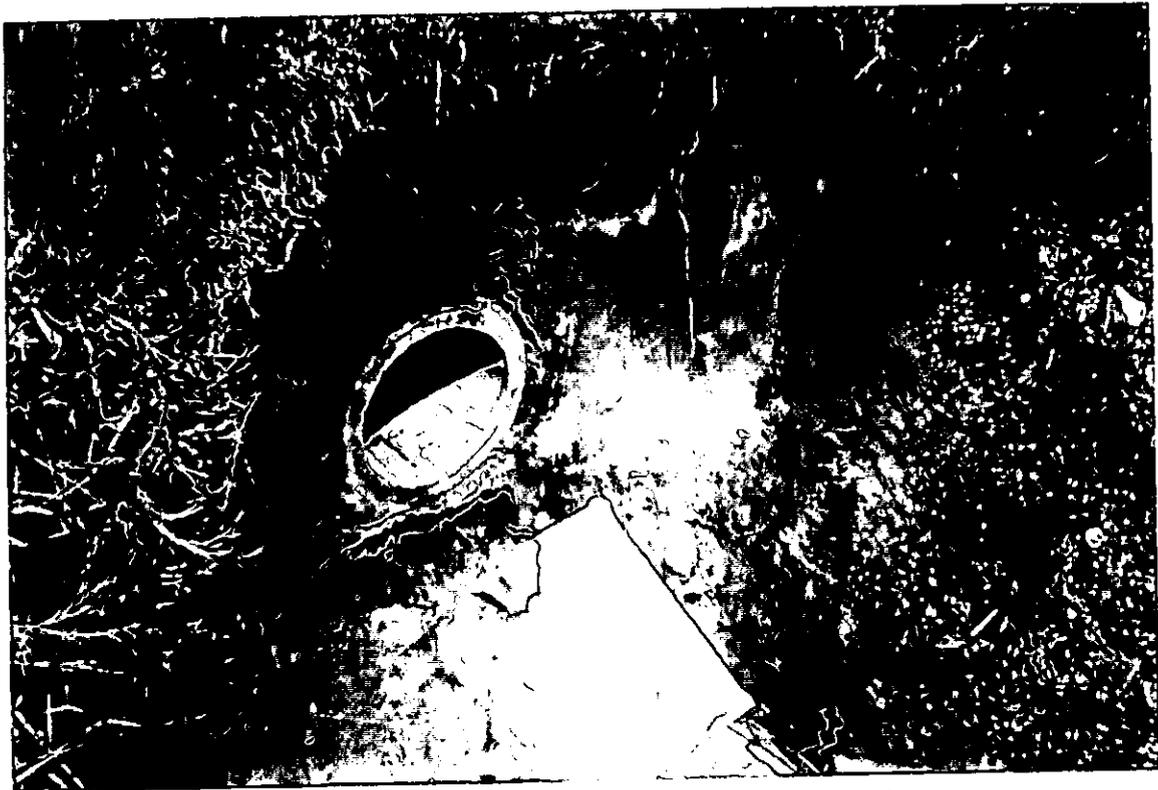
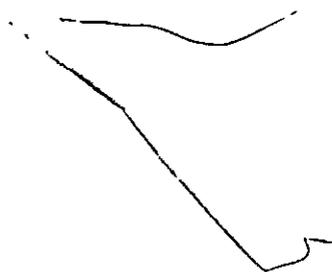


FOTO 6: OBSTRUÇÃO DE UMA CONDUTA DE ÁGUAS PLUVIAIS.



FOTO 7: RAVINA COLONIZADA POR VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA.

ANEXO C
GUIÃO DE PERGUNTAS



Ficha de recolha de dados no campo

Pretende-se recolher no campo dados referentes ao fenómeno de erosão no Chibuto, e para tal deve-se fazer levantamento de locais onde há erosão, identificar os tipos e formas de erosão, relação da erosão com as formas de uso da terra e eventualmente outras formas de ocupação.

Pontos chaves a tratar:

Localização das ravinas, profundidade e extensão, a dinâmicas da erosão (desde quando há erosão e quais são as suas tendências no espaço), actividades praticadas - agricultura (culturas anuais e perenes), pecuária, habitação (tipo e local de instalação), medidas de mitigação (controle) ou de combate.

1. Localização da área afectada pela erosão

1.1 GPS

X:..... Y:.....

1.2 Outros aspectos da localização.

- ◆ Perto de uma infra-estrutura
 - escola _____
 - Outras construções _____
- ◆ Ao longo de via de estrada, rua, caminho pedestral _____
- ◆ Ao longo da encosta _____

2. Topografia geral e erosão

2.1 Ondulado _____

2.1.2 Inclinado _____

2.1.3 Quase plano _____

2.1.4 Plano _____

2.2 Erosão de solos

2.2.1 Dimensão em metros

Profundidade _____

Comprimento _____

Largura _____

No topo _____

No fundo _____

2.2.2 tipo de erosão

Ravinas _____

Sulcos _____

Laminar _____

N.º de ravinas

N.º de ravinas/ m² (área ocupada pelas ravinas)

Características das ravinas

Rectilíneas____
Serpenteantes____
Estáveis____
Dinâmicas____

Fenómenos naturais ou antropogénicos de uso e cobertura da terra da que determinam a génese das ravinas

Chuva____
Guerra____
Machambas____
Bovinos____
Casas____
Carros ou tractores____

2.2.3 Acumulação/sedimentação ou assoreamento

.....

3. Uso da Terra

3.1 Agricultura____
3.2 Pastagem____
3.2 Habitação____
3.3 Estradas e caminhos____
3.4 Outros____

II

1. Há quanto tempo vive neste bairro ? _____anos
2. O que havia neste terreno quando de construir a sua casa?
Mato____
Machamba____
Uma casa____
Terreno vazio____
- 3.O que lhe levou a construir nesta zona?
4. Sabe que é um perigo construir numa zona inclinada?

então?
5. Tem machamba ou cultura no recinto?

6. O quintal está vedado?

Sim _____ Não _____

O quintal é vedado de:

- ♦ Arbustos _____
- ♦ Caniço _____
- ♦ Murro _____

7 Quando veio construir aqui já havia ravina?

Sim _____ Não _____

7.1 É de quando? _____.

7.2 O que é que acha que a causou? _____.

8. O que é que se fez ou se tentou fazer para estancá-lo?

8.1 O que é que acha que se deve fazer para resolver o problema de erosão, neste local?

9. Quais são suas fontes de receitas (alternativas de sobrevivência)?

10. Você aceitaria ou não um trabalho voluntário para resolver este problema