



UNIVERSIDADE DO MINHO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA

**Ângelo Nhapacho Francisco Cumbe**

**O Património Geológico de Moçambique:  
Proposta de Metodologia de Inventariação,  
Caracterização e Avaliação**

Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

Trabalho efectuado sob a orientação da  
*Professora Doutora Graciete Tavares Dias*

e co-orientação do

*Professor Doutor Lopo António Ferreira Trigo de Sousa e  
Vasconcelos*

Braga, Dezembro de 2007

O trabalho que se apresenta foi possível graças a uma bolsa de estudos concedida ao autor pelo Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.

Aos que, dia após dia, lutam pela promoção das Geociências e através destas pela preservação da natureza para a nossa sobrevivência e das gerações futuras.

Dedico este trabalho aos meus pais FRANCISCO LICEMANE CUMBE *in memoriam* e GRACINDA A. BAHULE CUMBE, aos meus irmãos CELSO MORANE CUMBE, CARMINA ROSA CUMBE, LEVY MALUVELE e à minha noiva SANDRA SALETE MABOMBO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus todo-poderoso por me ter facultado o Dom da Sabedoria, Perseverança e pela sua protecção.

À minha família e namorada que souberam confiar, acreditar e suportar a minha ausência por longo período e pelo carinho e apoio incondicional sempre disponibilizado.

À Prof<sup>a</sup>. Doutora Graciete Dias e ao Prof. Doutor Lopo Vasconcelos, pela orientação, críticas e sugestões aquando da realização da presente Dissertação e pela amizade.

Ao Director do Museu Nacional de Geologia, Luís da Costa Júnior, por todo apoio por si disponibilizado e o qual foi fundamental para o sucesso deste projecto.

Ao Prof. Doutor João Marques, pela ajuda prestada durante a preparação da secção da presente Dissertação referente à geologia de Moçambique.

Ao Prof. Doutor José Brilha, por sempre ter me encorajado nos momentos difíceis, por ter estado sempre disponível a ajudar, por todo apoio prestado e por toda amizade.

Meu especial agradecimento a todos colegas do Museu Nacional de Geologia, pelo envio de material bibliográfico para a realização de alguns trabalhos de investigação na época curricular do Mestrado, pela compreensão e cooperação.

A todos funcionários da Direcção Nacional de Geologia, por todo apoio prestado no fornecimento de documentos, em particular aos senhores Ponta Vida, Simbine e Dino Milisse.

Ao Senhor Agostinho, funcionário da biblioteca da Direcção Nacional de Geologia, pela sua disponibilidade e apoio prestado na biblioteca durante as minhas consultas bibliográficas.



Aos alunos do Instituto de Transportes e Comunicações nomeadamente, Castor João Dança, Clécio do Rosário Guiliche e Leonel Amílcar Narciso Estêvão, pela materialização da Base de Dados.

A todos docentes e colegas do curso de Especialização e Mestrado em Património Geológico e Geoconservação da Universidade do Minho, por me terem acolhido e enquadrado de maneira excelente durante a minha permanência em Portugal.

Ao Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento pela concessão da bolsa de estudos que tornou possível a concretização deste trabalho.

A todos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho,

**MUITO OBRIGADO**

## **O Património Geológico de Moçambique: Proposta de Metodologia de Inventariação, Caracterização e Avaliação**

**Palavras-chave:** Geodiversidade, geossítio, património geológico, inventariação, caracterização, avaliação, geoconservação, Moçambique.

### **RESUMO**

Moçambique é caracterizado pela ocorrência de uma grande diversidade geológica (geodiversidade), da qual fazem parte locais geológicos com carácter excepcional do ponto de vista científico, didáctico, turístico, etc., denominados por geossítios.

Devido à cada vez maior procura de recursos naturais para serem utilizados como matéria-prima, relacionada com o crescente desenvolvimento económico mundial, a integridade da geodiversidade está cada vez mais ameaçada. Por isso, torna-se necessário criar mecanismos que assegurem a protecção e preservação de locais da geodiversidade considerados excepcionais, para que neles possam ser realizadas actividades científicas, pedagógicas, turísticas e para que as futuras gerações também possam usufruir deles.

Em Moçambique, não foi ainda delineada uma estratégia visando a inventariação, caracterização, valorização e conservação dos seus sítios geológicos excepcionais. É na sequência desta realidade que, no âmbito da presente Dissertação, é foi apresentada uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico moçambicano.

Para o efeito, foram analisadas várias experiências internacionais em matéria de geoconservação, incluindo alguns métodos de avaliação de geossítios. Estas práticas e métodos internacionais foram adequados às especificidades e realidades moçambicanas, de que resultou a elaboração de uma proposta de metodologia a adoptar em Moçambique e sua aplicação à avaliação de alguns sítios geológicos moçambicanos de referência ocorrendo na província de Maputo.

No âmbito do presente trabalho, foi desenvolvida uma ficha de inventariação que se propõe seja aplicada durante o processo de inventário do património geológico moçambicano. Foi ainda concebida uma base de dados, com o objectivo de acomodar e centralizar todos os dados recolhidos durante o processo de inventariação.

O presente trabalho é composto por cinco capítulos. O primeiro capítulo introduz o tema e os objectivos do trabalho. O segundo aborda os principais conceitos relacionados com a geoconservação e equaciona a situação e perspectivas em matéria de geoconservação em Moçambique. O terceiro capítulo refere a geodiversidade em Moçambique. No quarto capítulo efectua-se a análise de metodologias e experiências internacionais em geoconservação e apresenta-se uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação a adoptar em Moçambique. No quinto e último capítulo faz-se uma reflexão final e conclusão ao trabalho.

# **The Geological Heritage of Mozambique: Proposal of Methodology on Inventory, Characterization and Assessment**

**Key-words:** Geodiversity, geosite, geological heritage, inventory, characterization, assessment, geoconservation, Mozambique.

## **ABSTRACT**

Mozambique is characterized by the occurrence of a large geodiversity which includes geologic sites of exceptional interest (scientific, didactic, tourist or others), denominated geosites.

Due to the even increasing demand of natural resources for their utilization as raw materials, related to the worldwide development, the integrity of the geodiversity sites is at high risk. Hence, it is necessary to put in place some mechanisms that can guarantee the protection and preservation of the geosites carrying up scientific, pedagogic, tourist activities thereon, so that future generations may also enjoy their usufruct.

In Mozambique there is still no strategy envisaged at inventory, characterization, assessment and conservation of its geosites. Facing this reality, in the scope of the present Dissertation a proposal of methodology on the inventory, characterization and assessment of the mozambican geological heritage is presented.

To that effect, various international experiences in geoconservation, including some assessment methods for geosites were analyzed. These international practices and methods were thereafter adapted to the specifications and reality of mozambican geologic heritage.

In the context of the same work, an inventory form was designed, which is proposed to be used during the process of inventory of the mozambique geologic heritage. To accommodate and centralize all data to be collected during the inventory process, a data bank was also designed.

This work is composed on 5 Chapters: Chapter 1 is introductory and addresses generic aspects; Chapter 2 is about the main concepts related to geoconservation and the current status on geoconservation in Mozambique; Chapter 3 is on the geodiversity in Mozambique; in Chapter 4 the analysis of methodologies and international experiences on geoconservation is presented, as well as a proposal of methodology on inventory,

characterization and assessment of the mozambican geological heritage; Chapter 5 and last is about final remarks on the work.

## ÍNDICE

Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Lista de abreviaturas e símbolos.....	xiv
Lista de figuras.....	xvi
Lista de tabelas.....	xx
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Considerações gerais.....	1
1.2 Contextualização do trabalho.....	1
1.3 Objectivos.....	3
1.3.1 Geral.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Metodologia.....	3
1.4.1 Trabalho de gabinete.....	3
1.4.2 Trabalho de campo.....	4
1.5 Plano geral da Dissertação.....	5
1.6 A área de estudo.....	6
1.6.1 Localização geográfica.....	6
1.6.2 Geomorfologia.....	6
1.6.3 Clima.....	25
1.6.4 Vegetação.....	28
1.6.5 Hidrografia.....	33
1.6.5.1 Rios.....	33
1.6.5.2 Lagos.....	37
1.6.5.3 Canal de Moçambique.....	38
<b>CAPÍTULO 2 – PATRIMÓNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO... 41</b>	<b>41</b>
2.1 Conceitos gerais.....	41
2.1.1 Geodiversidade.....	41
2.1.2 Geossítio.....	41
2.1.3 Património geológico.....	42
2.1.4 Geoconservação.....	43
2.2 Estratégias de geoconservação.....	44
2.2.1 Inventariação e Avaliação.....	44
2.2.2 Classificação.....	44
2.2.3 Conservação.....	45
2.2.4 Valorização e divulgação.....	46
2.2.5 Monitorização.....	47
2.2.6 Implementação de estratégias de geoconservação.....	47
2.3 Iniciativas internacionais em geoconservação.....	48
2.3.1 Convenção sobre o Património Mundial.....	48
2.3.2 Programa Homem e Biosfera da UNESCO (MAB).....	50
2.3.3 Convenção de Ramsar.....	51
2.3.4 Tratado Antártico.....	51
2.3.5 Projecto <i>Geosites</i> .....	51
2.3.6 Programa <i>Geoparks</i> .....	55
2.4 Geoconservação em Moçambique: situação e perspectivas.....	56
2.4.1 Património geológico em Moçambique.....	56

2.4.2	Áreas Protegidas em Moçambique.....	57
2.4.2.1	Zonas de Protecção.....	57
2.4.2.2	Legislação que rege as Áreas Protegidas.....	61
2.4.3	Legislação moçambicana aplicável ao património geológico.....	62
2.4.4	Geoturismo em Moçambique.....	64
2.4.5	Geoconservação e Ensino em Moçambique.....	68
<b>CAPÍTULO 3 – GEODIVERSIDADE EM MOÇAMBIQUE.....</b>		<b>71</b>
3.1	Geologia de Moçambique.....	71
3.1.1	Terreno do Gondwana Oeste.....	73
3.1.2	Terreno do Gondwana Sul.....	77
3.1.3	Terreno do Gondwana Este.....	80
3.1.4	Cobertura fanerozóica.....	80
3.2	Evolução geodinâmica.....	86
3.3	Processos e fenómenos naturais actuais.....	90
3.3.1	Erosão.....	90
3.3.2	Cheias.....	92
3.3.3	Ciclones.....	95
3.3.4	Estiagem.....	95
3.3.5	Sismos.....	95
3.4	Minerais, rochas e fósseis.....	98
3.4.1	Minerais.....	99
3.4.1.1	Depósitos minerais de ferro, manganês e titânio.....	99
3.4.1.2	Ouro e prata.....	101
3.4.1.3	Andalusite, cianite e silimanite.....	101
3.4.1.4	Asbestos.....	102
3.4.1.5	Berilo.....	102
3.4.1.6	Fluorite.....	103
3.4.1.7	Grafite.....	103
3.4.1.8	Outros minerais e gemas.....	103
3.4.2	Rochas.....	110
3.4.2.1	Bauxite e sienito nefelínico.....	110
3.4.2.2	Pegmatitos.....	110
3.4.2.3	Bentonite.....	111
3.4.2.4	Mármore.....	111
3.4.2.5	Granitos vermelhos e castanhos.....	112
3.4.2.6	Granitos negros.....	112
3.4.2.7	Anortosito.....	112
3.4.2.8	Labradorito.....	112
3.4.2.9	Calcário.....	114
3.4.3	Fósseis.....	114
3.4.4	Recursos energéticos.....	118
<b>CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DE METODOLOGIA DE INVENTARIAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO EM MOÇAMBIQUE...</b>		<b>121</b>
4.1	Introdução.....	121
4.2	Análise de experiências internacionais em acções de inventariação.....	122
4.2.1	A experiência da Grã-Bretanha.....	122
4.2.2	A experiência da Espanha.....	128
4.2.3	A experiência da Itália.....	131

4.2.4	A experiência da Irlanda.....	133
4.2.5	A experiência de Portugal.....	133
4.3	Análise de métodos de avaliação internacionais.....	135
4.3.1	O método de Panizza, 1999 (Itália) .....	135
4.3.2	O método de Coratza & Giusti, 2005 (Itália) .....	136
4.3.3	O método de Bruschi & Cendrero, 2005 (Espanha) .....	142
4.3.4	O método de Serrano & González-Trueba, 2005 (Espanha).....	147
4.3.5	O método de Brilha, 2005 (Portugal) .....	148
4.4	Proposta de metodologia a adoptar em Moçambique.....	157
4.4.1	Fases do processo de inventariação.....	157
4.4.2	Linhas gerais de orientação na selecção dos geossítios.....	160
4.4.3	Avaliação da relevância dos geossítios.....	161
4.4.3.1	Critérios de selecção e indicadores de relevância.....	161
4.4.3.2	Cálculo do valor dos indicadores.....	168
4.4.3.3	Código de discriminação do valor final do geossítio (GAUV) .....	172
4.4.4	Exemplos de aplicação dos critérios de selecção.....	172
4.4.4.1	Afloramento na estrada nacional EN4.....	173
4.4.4.2	Dique da pedreira de Estevel.....	180
4.4.4.3	Afloramento dos CFM de Boane.....	184
4.4.4.4	Miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene...	192
4.4.4.5	Afloramento da pedreira de calcários de Salamanga.....	196
4.4.4.6	Análise dos resultados da avaliação quantitativa dos locais propostos.....	204
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....</b>		<b>207</b>
5.1	Sobre os programas internacionais em conservação da natureza.....	208
5.2	Sobre a geodiversidade em Moçambique.....	209
5.3	Sobre a geoconservação em Moçambique: situação actual e perspectivas.	213
5.4	Sobre o processo de inventariação e avaliação do património geológico em Moçambique.....	215
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>221</b>
Anexo 1.....		227
Anexo 2.....		231
Anexo 3.....		237



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AGMM	Associação Geológica Mineira de Moçambique
AIA	Avaliação do Impacto Ambiental
AMCG	Anortosito-Mangerito-Charnoquito-Granito
ASPAs	Áreas Antárticas Especialmente Protegidas
CBD	Convenção sobre Diversidade Biológica
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledeteccção
CFM	Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique
CITIES	Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies de Flora e Fauna em Perigo de Extinção
CONDES	Comissão Nacional para o Desenvolvimento Sustentável
DNG	Direcção Nacional de Geologia
E	Leste
ENE	Este-Nordeste
ENH	Empresa Nacional de Hidrocarbonetos
EN4	Estrada Nacional número 4
ESE	Este-Sudeste
ESW	Este-Sudoeste
Etc.	<i>Et cetera</i>
Fig.	Figura
FUTUR	Fundo Nacional do Turismo
Ga	Giga anos
GCR	<i>Geological Conservation Review</i>
GGWG	<i>Global Geosites Working Group</i>
IIAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
INE	Instituto Nacional de Estatística
INGC	Instituto Nacional de Gestão de Calamidades
ITGE	Instituto Tecnológico Geomineiro de Espanha
IUGS	União Internacional das Ciências Geológicas
kbar	Quilobares
km	Quilómetros
m	Metros
Ma	Milhões de anos
MAB	<i>Man and Biosphere Programme</i>
MICOA	Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
MIREM	Ministério dos Recursos Minerais
MITUR	Ministério do Turismo
MNG	Museu Nacional de Geologia
N	Norte
No.	Número
NCR	<i>Nature Conservation Review</i>
NE	Nordeste
NNW	Norte-Noroeste
NHA	<i>Natural Heritage Areas</i>
NRIC	<i>Nature Reserves Investigation Committee</i>
NW	Noroeste
p.ex.	Por exemplo
PIB	Produto Interno Bruto

Prof.	Professor
Prof <sup>a</sup> .	Professora
ProGEO	Associação Europeia para a Conservação do Património Geológico
RIGS	<i>Regionally Important Geological/geomorphological Sites</i>
S	Sul
SE	Sudeste
SSE	Sul-Sudeste
SSSIs	<i>Sites of Special Scientific Interest</i>
SW	Sudoeste
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
UNCCD	Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação
UNESCO	<i>United Nations Educational Scientific and Cultural Organization</i>
WHC	Convenção sobre o Património Natural e Cultural Mundial em Propriedades Naturais e Culturais
WNW	Oeste-Noroeste
WSW	Oeste-Sudoeste
ZCS	Zona de Cisalhamento de Sanângoè
%	Porcentagem
°C	Graus Célsios

## LISTA DE FIGURAS

### Figura

#### CAPÍTULO 1

- 1.1 Localização geográfica de Moçambique. Mapa cedido pelo CENACARTA (Setembro de 2006).
- 1.2 Hipsometria e hidrografia de Moçambique. Fonte: MINED, 1986.
- 1.3 Geomorfologia de Moçambique (adaptado de MINED, 1986).
- 1.4 Monte Maadja visto numa imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.5 Serra Sitatonga vista em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.6 Serra Lepe vista numa imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.7 Lagoas Quissico e Massava observadas em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.8 Ilha Matemo vista em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.9 Imagem de satélite ilustrando a cadeia dos Libombos. Fonte: Google Earth.
- 1.10 Serra Mecula em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.11 Serra Maungune, Necero e Nicage em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.12 Monte Muambe em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.13 Monte Salambíduè visto em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.
- 1.14 Monte Tumbine. Fonte: <http://nossomocambique.blogs.sapo.pt> (sítio consultado em 8/10/2006).
- 1.15 Imagem de satélite ilustrando o maciço da Gorongosa. Fonte: Google Earth.
- 1.16 Distribuição dos tipos de clima em Moçambique. Fonte: MINED, 1986.
- 1.17 Distribuição das temperaturas médias anuais em Moçambique. Dados cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Novembro de 2007).
- 1.18 Distribuição da precipitação média anual em Moçambique. Dados cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Novembro de 2007).
- 1.19 Mapa de uso e cobertura da terra em Moçambique (2004). Dados cedidos pela Unidade de Inventário Florestal – Ministério da Agricultura (Janeiro de 2008).
- 1.20 Distribuição das bacias hidrográficas de Moçambique. Fonte: MINED, 1986.
- 1.21 Imagem de satélite ilustrando o lago Niassa. Fonte: Google Earth.
- 1.22 Imagem de satélite ilustrando o Canal de Moçambique, entre Moçambique e Madagáscar. Fonte: Google Earth.

#### CAPÍTULO 2

- 2.1 Parques Nacionais, Reservas Nacionais e Coutadas Oficiais de Moçambique (ver tabela 2.3 para legendagem de Coutadas Oficiais).  
Fonte: [www.futur.org.mz](http://www.futur.org.mz) (sítio consultado em 08/12/2006).

#### CAPÍTULO 3

- 3.1 Reconstrução do Gondwana. ANS: Escudo Árábico-Nubiano; EAAO: Orógeno Este Africano-Antártida; M: Madagáscar; Da: Damariano; Z: Cinturão do Zambeze. Fonte: GTK Consortium, 2006b.
- 3.2 Mapa simplificado do Cratão do Zimbábue, ilustrando as principais unidades tectono-estratigráficas (adaptado de GTK Consortium, 2006b).
- 3.3 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1432 (Chifunde). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
- 3.4 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1532 (Songo).

- Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
- 3.5 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1533/1534 (Cazula-Zóbuè). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
  - 3.6 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1633 (Tete). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
  - 3.7 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1530/1531 (Zumbo/Fíngoè-Mágoè). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
  - 3.8 Terrenos do Gondwana Este, Oeste e Sul na província de nortenha de Tete (GTK Consortium, 2006a).
  - 3.9 Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1834 (Gorongosa). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.
  - 3.10 Geologia simplificada da sub-Província de Nampula. Azul-escuro: Complexo de Mocuba; Azul-claro: Gnaisses de Mamala; Púrpura: Gnaisses de Rapala; Castanho-escuro: Complexos de Molócuè e de Mecubúri; Castanho-claro: *Suite* de Culicui; Preto: Complexo do Alto-Benfica; Cinzento: Complexo de Ocuca (incluindo os *Klippen* de Monapo e Mugeba); Verde-claro: sub-Província de Unango; Verde-escuro: sub-Província de Marrupa; Vermelho: *Suites* de Murrupula e de Malema (GTK Consortium, 2006d; Macey *et al.*, 2006).
  - 3.11 Principais unidades geológicas do nordeste de Moçambique (Bingen *et al.*, 2007).
  - 3.12 Distribuição do Karoo Superior e Inferior e sequências depositadas durante o desenvolvimento do Sistema do Rifte da África Oriental (GTK Consortium, 2006b).
  - 3.13 Distribuição das principais bacias e estruturas do tipo *Graben* em Moçambique (GTK Consortium, 2006b).
  - 3.14 Modelo geotectónico simplificado da evolução geodinâmica pan-africana do nordeste de Moçambique (Bingen *et al.*, 2007).
  - 3.15 Distribuição das áreas susceptíveis à ocorrência de erosão. Dados cedidos pelo Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM).
  - 3.16 Ravinas abertas durante as chuvas do ano 2000, na zona periférica da Cidade de Maputo. Fotos: Enoque Mendes.
  - 3.17 Exemplo do impacto que as cheias de Fevereiro do ano 2000 causaram. Foto: François Goemans.  
Fonte: [http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713\\_mocambique/page7.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713_mocambique/page7.shtml) (sítio consultado em 05/02/2007).
  - 3.18 Mapa de zonas do país vulneráveis às cheias. Fonte: INGC, 2003.
  - 3.19 Mapa de zonas do país vulneráveis a ciclones. Fonte: INGC, 2003.
  - 3.20 Mapa que ilustra o sistema de riftes instalados no Miocénico ao longo da África Oriental, que vai desde o Mar Vermelho passando pelo Quénia, Tanzania e terminando em Moçambique (Lago Niassa e Urema). Os triângulos representam alguns dos vulcões activos.  
Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande\\_Vale\\_do\\_Rift](http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande_Vale_do_Rift) (sítio consultado em 02/03/2007).
  - 3.21 A imagem ilustra uma fractura com um rejeito vertical de cerca de 50 cm causada pelo sismo de 22 de Fevereiro de 2006 em Machaze. Fotos: Geraldo Valoi & Celestino de Sousa.
  - 3.22 Mapa de ocorrência de depósitos de ferro, ferro-titânio e não-ferrosos (adaptado de Lächelt, 2004).
  - 3.23 Distribuição das mineralizações de andaluzite, cianite, silimanite, asbestos e magnesite em Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).
  - 3.24 Áreas de prospecção de gemas (adaptado de Lächelt, 2004). 1: Pegmatitos com

- berilo, turmalina, quartzo e feldspatos; **2:** Áreas com granadas; **3:** Áreas com ágatas;
- 4:** Ocorrências de corindo; **5:** Dumortierite; **6:** Áreas de prospecção de kimberlitos e diamantes; **7:** Áreas de prospecção de selenite.
- 3.25 Águas-marinhas em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.
- 3.26 Quartzo ametista em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.
- 3.27 Imagens de quartzo fumado em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.
- 3.28 Cristal de amazonite em exposição no Museu Nacional de Geologia.
- 3.29 Cristais de rubelite em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.
- 3.30 Mármore em exposição no Museu Nacional de Geologia.
- 3.31 Distribuição regional das rochas ornamentais de Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).
- 3.32 Ostra *Lopha Ungulata* em exposição no Museu Nacional de Geologia.
- 3.33 Mapa ilustrando as áreas onde ocorrem troncos fossilizados (Ferrara, 2004).
- 3.34 Bacias onde ocorre carvão em Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).

#### CAPÍTULO 4

- 4.1 Localização geográfica do afloramento na estrada EN4. Fonte: Google Earth.
- 4.2 Dique dolerítico do lado esquerdo da estrada EN4 em direcção a Ressano-Garcia. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.3 Brecha riolítica com calhaus angulares de riolito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.4 Riolito apresentando estruturas de fluxo. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.5 Riolito com diaclases preenchidas por veios de calcite. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.6 Dendrites de pirolusite em planos de diaclases. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.7 Sistemas de diaclases nos doleritos. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.8 Zona de contacto entre o dique dolerítico e o riolito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.9 Dolerito apresentando disjunção esférica. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.10 Localização geográfica do dique da pedreira de Estevel. Fonte: Google Earth.
- 4.11 Dique dolerítico na pedreira de Estevel. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.12 Diaclases paralelas ao contacto preenchidas por calcite. À direita fotografia em pormenor dos veios de calcite. Fotos: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.13 Zona de contacto entre o dique dolerítico e o latito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.14 Anéis de Liesegang. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.15 Latito apresentando xenólitos. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.16 Localização geográfica do afloramento de grés de Boane. Fonte: Google Earth.
- 4.17 Parte do afloramento de siltito de Boane. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.18 Estruturas convolutas resultantes de deformação plástica de sedimentos (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.19 Arenito ostentando estratificação cruzada planar (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.20 Siltito com camada fina de calhaus (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.21 Camada compacta de argila (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.22 Manchas brancas resultantes da remoção de ferro por redução (unidade 4). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.23 Fracturas inclinando para sentidos opostos. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.
- 4.24 Localização geográfica do miradouro de Marracuene. Fonte: Google Earth.
- 4.25 Chaminés-de-fada exumadas pela erosão pluvial durante as chuvas fortes que

- causaram cheias no ano 2000 em Maputo (miradouro de Marracuene).
- 4.26 Ravinas próximo do afloramento, causadas pelas chuvas do ano 2000 (miradouro de Marracuene).
- 4.27 A partir do afloramento, observa-se, ao fundo e para leste, parte do meandro do rio Incomáti.
- 4.28 Localização geográfica do afloramento da pedreira de calcários de Salamanga. Fonte: Google Earth.
- 4.29 Camada superior de calcário numulítico apresentando textura pisolítica (afloramento de Salamanga).  
Panorâmica de parte do afloramento de Salamanga onde se podem observar
- 4.30 nitidamente duas unidades distintas separadas por um contacto abrupto e várias camadas frontais (*foresets*).
- 4.31 Camada de arenito apresentando estratificação cruzada planar e três unidades separadas por superfícies de truncção das quais a primeira ostenta uma textura de dissolução (afloramento de Salamanga).
- 4.32 Superfícies de truncção apresentando lentes e/ou bolas elípticas de lama (afloramento de Salamanga). Foto: Mussa Achimo, 2007.
- 4.33 Estruturas de bioturbação preenchidas por lama (afloramento de Salamanga). Foto: Mussa Achimo, 2007.

## LISTA DE TABELAS

### Tabela

- 2.1 Parques Nacionais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.
- 2.2 Reservas Nacionais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.
- 2.3 Coutadas Oficiais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.
- 2.4 Exemplo de locais favoráveis à prática de geoturismo em Moçambique.
  
- 4.1 Indicadores e classificação para os critérios relacionados com a qualidade intrínseca ( $Q_i$ ), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do  $Q_i$ . Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).
- 4.2 Indicadores e classificação para os critérios relacionados com o potencial para uso ( $U_i$ ), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do  $U_i$ . Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).
- 4.3 Indicadores e classificação para os critérios relacionados com ameaças potenciais e necessidade de protecção ( $P_i$ ), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do  $P_i$ . Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).
- 4.4 Valor científico de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).
- 4.5 Valor adicional de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).
- 4.6 Valor para uso e gestão de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).
- 4.7 Critérios intrínsecos ao geossítio (A), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).
- 4.8 Critérios relacionados com o uso potencial do geossítio (B), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).
- 4.9 Critérios relacionados com a necessidade de protecção do geossítio (C), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).
- 4.10 Indicadores para avaliar os atributos naturais do geossítio (A).
- 4.11 Indicadores para avaliar a utilidade do geossítio (U).
- 4.12 Indicadores para avaliar a vulnerabilidade do geossítio (V).
- 4.13; 4.17; 4.21; 4.25; 4.29; Informação sobre o grau de conhecimento científico.
- 4.14; 4.18; 4.22; 4.26; 4.30 Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

- 4.15; 4.19; Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.  
4.23; 4.27;  
4.31
- 4.16; 4.20; Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.  
4.24; 4.28;  
4.32
- 4.33 Resumo dos resultados da análise quantitativa dos locais propostos à geoconservação.





## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O presente trabalho visa desenvolver uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico de Moçambique. A escolha de Moçambique como área de estudo prende-se com o facto de este ser o país de origem do Autor e para o qual espera desta forma dar um contributo. Esta escolha também pretende que a Dissertação vá de encontro aos interesses e objectivos da actividade profissional desenvolvida pelo Autor em Moçambique.

A conservação da natureza assume-se da maior importância, pois dela depende a sobrevivência humana.

A conservação dos sítios geológicos especiais contribui para a preservação da natureza, tendo-se assistido, nos últimos anos, a um incremento do interesse científico no domínio da Geoconservação e a uma maior sensibilização da sociedade em geral por esta temática. Moçambique é um país de uma ampla diversidade geológica e caracteriza-se pela ocorrência de vários sítios geológicos de especial interesse. Contudo, no país, ainda não estão definidas estratégias e metodologias para a inventariação e caracterização dos geossítios. Assim, pretende-se no âmbito deste trabalho, apresentar uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação de sítios geológicos especiais, que poderá ser aplicada em Moçambique. Para o efeito, procede-se a uma análise de várias metodologias já em uso e com sucesso em alguns países, que servirão de base à elaboração de uma proposta de metodologia adaptada às particularidades de Moçambique.

### **1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO**

Moçambique é um país de grande extensão geográfica (799.380 Km<sup>2</sup>) e com uma ampla diversidade geológica, onde estão representadas rochas sedimentares, magmáticas, metamórficas, e uma larga diversidade de minerais e fósseis. A grande extensão territorial e a imensa geodiversidade, associada a diversos processos geológicos, faz com que em Moçambique ocorram vários sítios geológicos excepcionais, do ponto de vista científico, didáctico, cultural, turístico ou outro. Estes sítios geológicos de valor e interesse significativo ainda não estão inventariados,

caracterizados e classificados e, conseqüentemente, também ainda não foram desenvolvidas acções que visem a sua valorização e protecção.

Para que uma estratégia visando a conservação dos sítios geológicos especiais seja bem sucedida, deve passar necessariamente por uma etapa inicial de inventariação e de caracterização. Em Moçambique, não existe uma estratégia definida para a conservação dos sítios geológicos especiais, não estando ainda desenvolvida uma metodologia para inventariação destes sítios.

Assim, pretende-se que, no âmbito desta Dissertação de Mestrado, seja apresentada uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação de geossítios, que poderá ser aplicada em Moçambique, como parte integrante de uma estratégia de geoconservação.

A conservação da geodiversidade, ao contrário da conservação da biodiversidade, tem tido grandes dificuldades resultantes do facto de a comunidade geológica ainda carecer de mecanismos eficazes para reconhecer e justificar internacionalmente os seus elementos mais importantes e de maior valor científico. Isto verifica-se porque as ciências geológicas tradicionalmente estavam viradas essencialmente para a exploração económica dos recursos geológicos e não propriamente para a sua conservação.

Um facto importante e lamentável é que a sociedade em geral é pouco esclarecida em assuntos que dizem respeito à Geologia e, por conseguinte, não tem a percepção de que as ciências geológicas são fundamentais na caracterização do substrato que constitui suporte de vida para todos os seres vivos na Terra, incluindo a do Homem. A Terra é dinâmica pois está em constante alteração e dela fazem parte a biodiversidade (diversidade viva) e a geodiversidade (diversidade não viva). É na geodiversidade que a biodiversidade encontra o seu substrato e nela retira todos os nutrientes de que necessita para a sua sobrevivência. Na Natureza, a geodiversidade e a biodiversidade interagem, em equilíbrio, e dependem uma da outra. Por isso, não se pode pensar em proteger apenas a biodiversidade e deixar a geodiversidade desprotegida e vulnerável a ameaças resultantes da própria actividade humana imprudente. A destruição da geodiversidade tem implicações negativas no equilíbrio natural entre esta e a biodiversidade, com conseqüências nefastas para a sobrevivência da biodiversidade, incluindo a do Homem. Portanto, a conservação da geodiversidade justifica-se:

- pela necessidade de preservar o património geológico para as gerações futuras;
- pelo interesse em manter locais para a investigação científica e formação de geocientistas;
- pela necessidade em preservar locais de interesse didáctico de importância fundamental na formação das gerações vindouras;
- pela necessidade de preservar locais para actividades de lazer (geoturismo);
- pelo seu valor estético, histórico e cultural;
- pela sua relação com a preservação da biodiversidade.

### **1.3 OBJECTIVOS**

#### **1.3.1 Geral**

A presente Dissertação de Mestrado tem como principal objectivo, desenvolver uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico moçambicano.

#### **1.3.2 Específicos**

- Propor um conjunto de acções, faseadas no tempo, tendo em vista a implementação do processo de inventariação;
- Propor linhas gerais de orientação tendo em vista a selecção dos geossítios;
- Elaborar uma proposta de critérios de avaliação da relevância dos geossítios.

### **1.4 METODOLOGIA**

#### **1.4.1 Trabalho de gabinete**

Numa primeira etapa procedeu-se a um levantamento da situação em Moçambique em matéria de geoconservação, nomeadamente no referente a: definição do seu património geológico; áreas protegidas em Moçambique; legislação moçambicana aplicável ao património geológico; perspectivas na área do geoturismo; geoconservação e ensino em Moçambique.

Numa segunda etapa, procedeu-se a uma pesquisa da informação actualmente disponível sobre a geologia de Moçambique, tendo em vista a elaboração de uma síntese sobre a geodiversidade que ocorre em território Moçambicano.

O trabalho de gabinete consistiu ainda na análise de algumas experiências internacionais em matéria de geoconservação, particularmente de experiências bem sucedidas, como é o caso, por exemplo, da Grã-Bretanha, Espanha, Irlanda e Portugal. Nesta análise deu-se particular atenção aos métodos aplicados à inventariação e avaliação da relevância de geossítios. Durante esta fase foram também analisados alguns métodos de avaliação quantitativa de geossítios, propostos por diversos autores.

Com base no trabalho de análise prévio, procedeu-se em seguida à elaboração de uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação de geossítios a aplicar em Moçambique, que se pretende adaptada à realidade e especificidade moçambicanas. Para o efeito, realizaram-se as seguintes tarefas: definição do conjunto de acções a implementar no processo de inventariação e do seu faseamento no tempo; definição das linhas gerais de orientação a ter em conta na selecção dos geossítios; definição dos critérios de selecção e indicadores de relevância a utilizar; concepção de uma base de dados, tendo em vista acomodar e centralizar os dados recolhidos durante o processo de inventariação e avaliação.

Por último, tendo em vista testar o método proposto para a avaliação da relevância dos geossítios, foram estudados alguns sítios geológicos de referência na província de Maputo, no sul de Moçambique.

#### **1.4.2 Trabalho de campo**

O trabalho de campo foi efectuado na província de Maputo em alguns sítios geológicos de referência, pretendendo-se com ele aplicar com exemplos concretos a metodologia de avaliação de geossítios desenvolvida no âmbito desta Dissertação. Foram caracterizados e quantificados cinco geossítios, tendo o trabalho de campo sido precedido de recolha e análise de material bibliográfico referente aos sítios a serem estudados. Em cada sítio foram efectuadas as seguintes actividades:

- Delimitação e/ou localização do sítio no mapa geológico;
- Caracterização geológica e de outros aspectos de interesse existentes;
- Preenchimento das fichas de inventário/caracterização;

- Documentação dos sítios com fotografias.

## 1.5 PLANO GERAL DA DISSERTAÇÃO

A presente Dissertação é composta por cinco capítulos que constituem o seu corpo. A anteceder os capítulos, encontram-se os elementos pré-textuais nomeadamente, uma dedicatória, os agradecimentos, um resumo em português seguido do resumo em inglês, o índice geral, uma lista de abreviaturas e símbolos, lista de figuras e por último, a lista de tabelas, para auxiliarem a consulta do trabalho. A seguir ao corpo, encontra-se a parte pós-textual, da qual fazem parte os anexos e as referências bibliográficas.

O primeiro capítulo faz uma introdução ao trabalho e aborda de forma generalizada alguns aspectos referentes à Dissertação. Este capítulo faz referência aos motivos que inspiraram a realização deste trabalho, às metas que se pretendem atingir, assim como aos mecanismos que foram seguidos para a concretização dos objectivos pretendidos. Apresenta-se ainda o contexto geomorfológico, climático e hidrológico de Moçambique.

O segundo capítulo começa por abordar conceitos chave muitas vezes referidos quando se fala de património geológico e de geoconservação, apresentando-se ainda uma breve referência às principais etapas a ter em conta na implementação de estratégias de geoconservação. Segue-se uma breve revisão do que tem sido feito a nível internacional no que diz respeito à Geoconservação. Este capítulo termina com uma abordagem à situação actual em que Moçambique se encontra em matéria de geoconservação e à legislação moçambicana que pode ser aplicada na salvaguarda do património geológico.

No terceiro capítulo refere-se a geologia, processos e fenómenos naturais e alguns exemplos de minerais, rochas, fósseis que ocorrem em Moçambique, isto é, apresenta-se uma resenha da geodiversidade neste país.

Inicia-se o quarto capítulo com uma análise de metodologias e experiências internacionais em matéria de inventariação e quantificação da relevância de geossítios. Esta análise permitiu desenvolver uma metodologia de inventariação, caracterização e avaliação quantitativa de sítios geológicos que se propõe seja adoptada em Moçambique e que se apresenta neste capítulo. São apresentados alguns exemplos de aplicação que visam testar o método proposto de avaliação de relevância dos geossítios em

Moçambique. Recorre-se a alguns sítios geológicos moçambicanos de referência, localizados na província de Maputo.

Finalmente, o quinto capítulo refere-se às considerações finais relativas à Dissertação.

## **1.6 A ÁREA DE ESTUDO**

Apresenta-se, de seguida, um enquadramento geomorfológico, climático e hidrológico do território moçambicano. São utilizadas designações locais e regionais cuja localização se encontra referenciada no Anexo 1.

### **1.6.1 Localização geográfica**

Moçambique localiza-se a sudeste do continente africano. É limitado a leste pelo Oceano Índico, a norte pela Tanzânia, a noroeste pelo Malawi e Zâmbia. A oeste faz fronteira com o Zimbabwe, África do Sul e Swazilândia, e a sul com a África do Sul (Fig. 1.1).

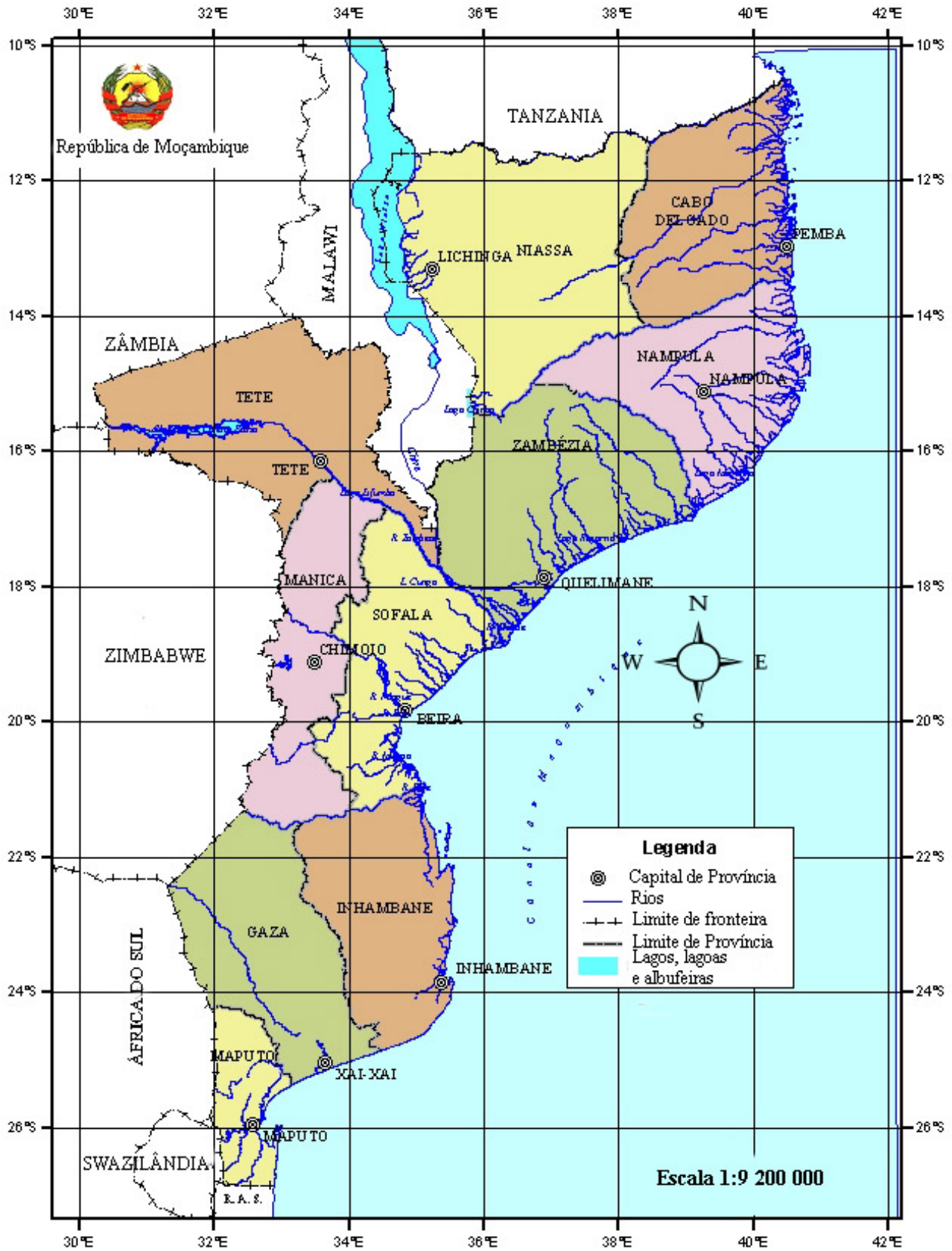
Em termos de coordenadas geográficas, Moçambique situa-se entre as latitudes 10° 27' Sul e 26° 52' Sul e entre as longitudes 30° 12' Este e 40° 51' Este (Barca, 1992; Muchangos, 1999).

O seu território enquadra-se no fuso horário 2 (dois), o que lhe confere duas horas de avanço em relação ao Tempo Médio Universal (Muchangos, 1999).

Moçambique tem uma superfície total de 799.380 km<sup>2</sup> dos quais 13.000 km<sup>2</sup> são ocupados pelas águas interiores que incluem os lagos, albufeiras e rios (Barca, 1992).

### **1.6.2 Geomorfologia**

O relevo de Moçambique dispõe-se em forma de anfiteatro onde se distingue uma zona montanhosa a Oeste, que decresce em degraus aplanados até à planície litoral a Leste. Assim, de acordo com a altitude, identificam-se em Moçambique, planícies, planaltos, montanhas e depressões (Muchangos, 1999; Fig. 1.2). Cerca de metade (44%) do território moçambicano é constituído por planície, com altitudes até 200 metros (Fig. 1.2).



**Fig. 1.1** Localização geográfica de Moçambique. Mapa cedido pelo CENACARTA (Setembro de 2006).



Com uma extensão maior (51%), ocorrem superfícies aplanadas com altitudes compreendidas entre 200 e 1.000 metros, desenvolvidas na metade Norte de Moçambique e constituindo o Planalto Moçambicano. Distinguem-se em Moçambique duas zonas planálticas. A primeira, de altitudes entre 200 e 500 metros é designada por planaltos médios e está representada ao Norte do paralelo 17° Sul. A segunda, designada por altiplanáltica, tem altitudes superiores a 500 metros (Fig. 1.2). A sua maior ocorrência verifica-se no Norte e Centro do País. A zona de planaltos com altitudes entre os 200 e 500 metros, situa-se nas províncias de Cabo Delgado, Nampula e interior de Inhambane (Fig. 1.2).

As áreas de montanhas que incluem formas de relevo com altitudes superiores a 1.000 metros, são pouco extensas (5%) e não constituem faixas contínuas, à semelhança dos planaltos. A sua maior ocorrência regista-se a Norte do paralelo 21° Sul, nas províncias de Niassa, Zambézia, Tete e Manica (Fig. 1.2).

Segundo Bondyrev (1983), a geomorfologia de Moçambique pode ser descrita pelas morfoestruturas que a seguir se descrevem (Fig. 1.3).

#### **a) Superfícies dos cumes e cristas, de origem intrusivo-tectónica**

Fazem parte deste grupo morfoestrutural:

- Relevos em patamar da zona do rifte

São representados pela elevação de Cheringoma, a leste do maciço de Gorongosa. O planalto está muito peneplanizado pelo facto de este se situar na intersecção dos grabens de Chire-Urema e Zambeze. As altitudes variam entre 210 e 220m.

- Relevos de desligamento

- Relevos intrusivos em patamar

- Relevos básicos

- Relevos graníticos

Este tipo de relevo é muito comum em Moçambique e pode ser visto em todo território, a norte do rio Búzi.

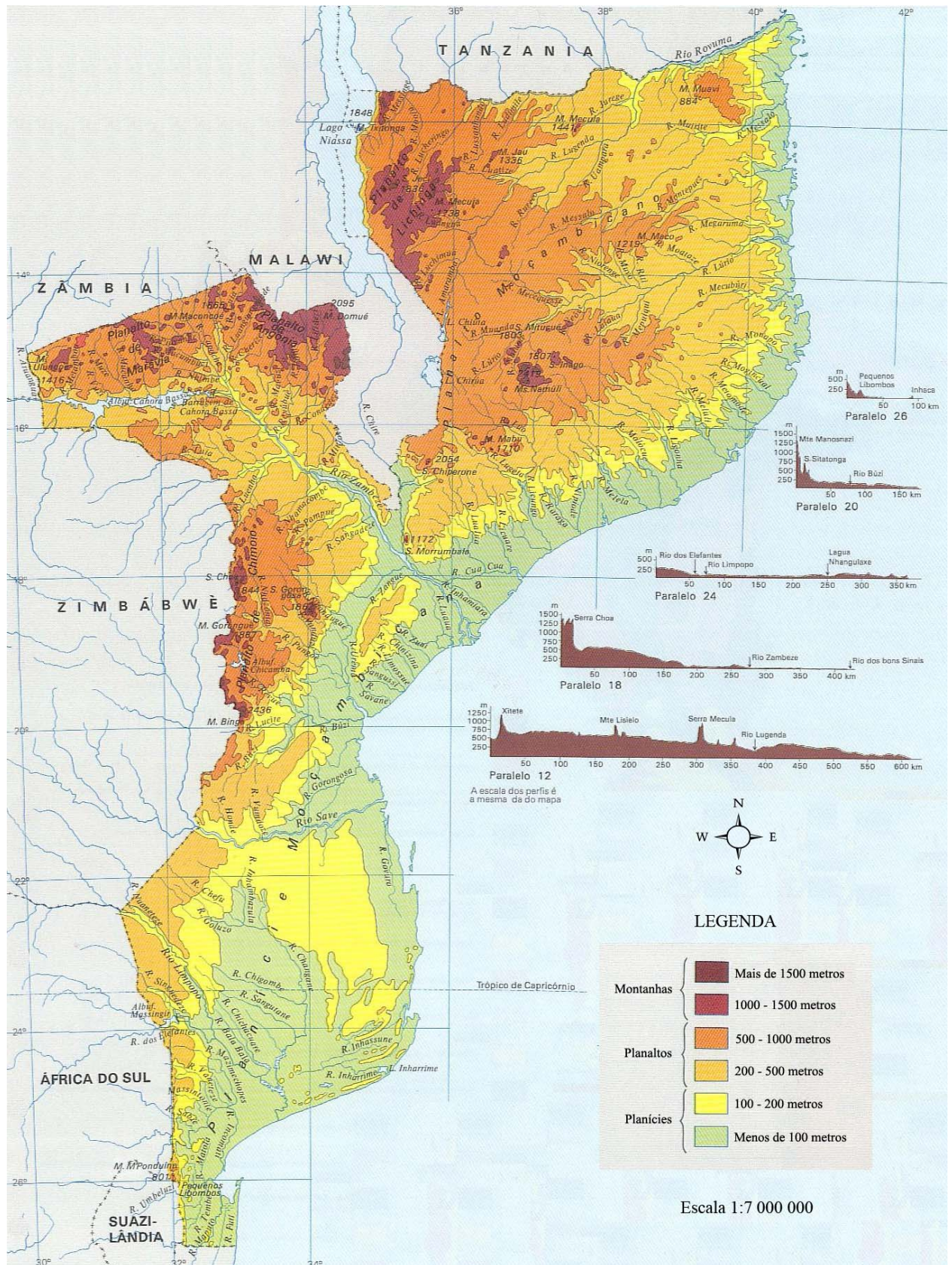
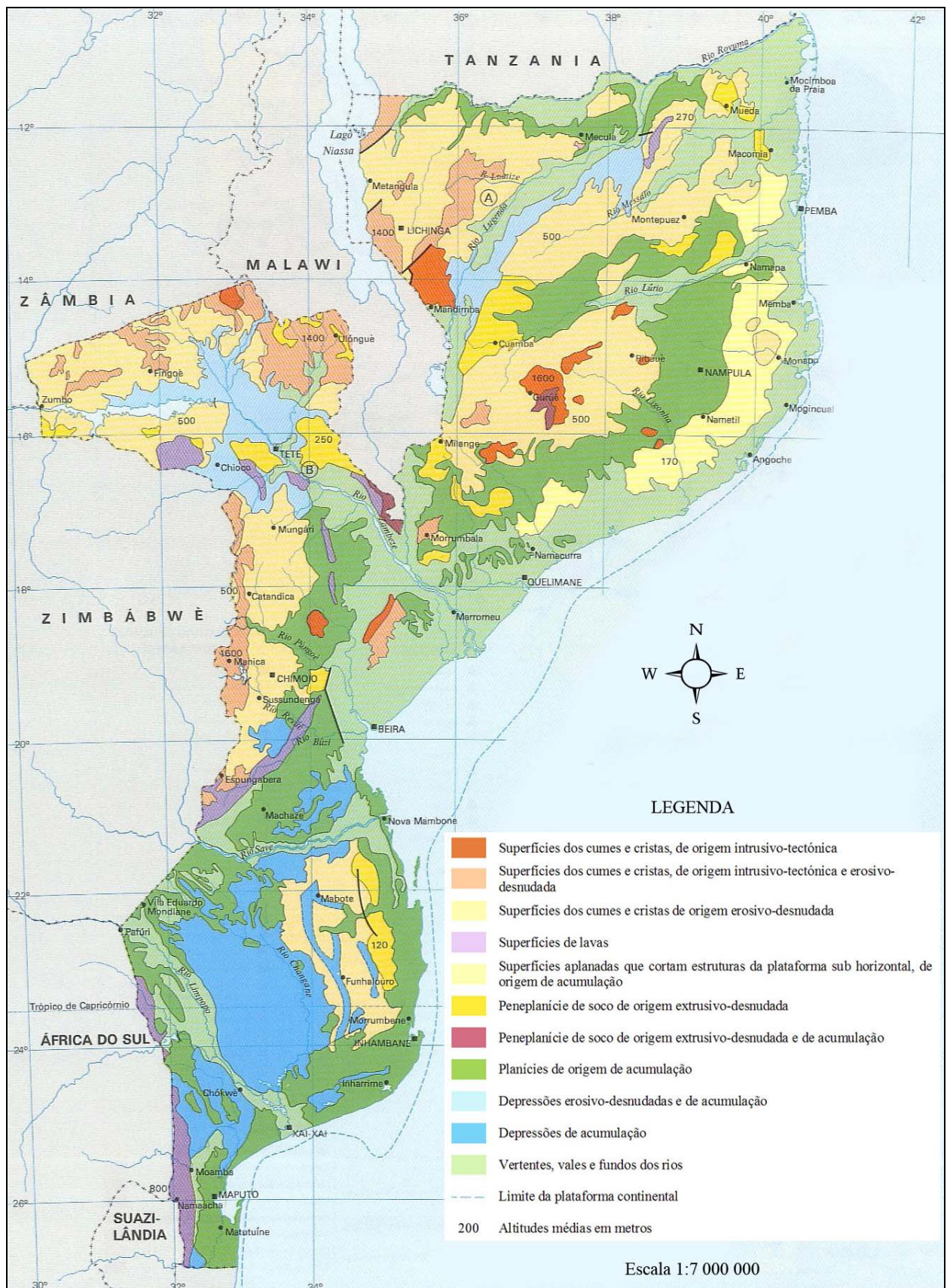


Fig. 1.2 Hipsometria e hidrografia de Moçambique. Fonte: MINED, 1986.





**Fig. 1.3** Geomorfologia de Moçambique (adaptado de MINED, 1986).



**b) Superfícies dos cumes e cristas, de origem intrusivo-tectónica e erosivo-desnudada**

Este grupo morfoestrutural é caracterizado por:

- “Inselbergs” graníticos

Os “inselbergs” e formas relacionadas ocorrem principalmente nos distritos de Nampula e de Ruvama-Mavago. Alguns exemplos são os “inselbergs” clássicos de Murrupula (1.098m), Nambiuca (1.288m) e Maadja (1.182m; Fig. 1.4).



**Fig. 1.4** Monte Maadja visto numa imagem de satélite. Fonte: Google Earth.

- Maciços erosivos-desnudados

- Relevos graníticos aplanados e em vias de rejuvenescimento

Estas estruturas ocorrem no nordeste de Moçambique, no distrito de Meluco (província de Cabo Delgado) e entre os rios Metamboia e Mucanha (província de Tete). Distinguem-se quer pelas altitudes, quer pela própria posição no quadro geral do relevo. A morfoestrutura de Meluco, por exemplo, é uma elevação que tem aspecto de mesa, com pequenas elevações de altitude variando entre 550 a 700m.

- Relevos desnudados e parcialmente peneplanizados com cobertura charnoquítica

- Relevos enrugados bem pronunciados, de origem quartzítica e xisto-gnaissica  
As estruturas deste tipo estão situadas na província de Manica. De grande interesse é a Serra Siatonga, constituída por curtas e estreitas serras submeridionais com altitudes absolutas de 850 até 900 metros e desnivelação relativa de 400 a 450 metros (Fig. 1.5).
- Relevos estruturais altos e compartimentados  
Este grupo de morfoestruturas está amplamente representado em todo território de Moçambique, para norte do rio Save. Fazem parte deste grupo as montanhas mais altas de Moçambique, tais como, por exemplo, os cumes ocidentais da parte central da cadeia Chimanimani, representados pelo monte Binga (2.436 m), Mesurucero (2.176 m), Macace (2.134 m), etc.



**Fig. 1.5** Serra Siatonga vista em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.

**c) Superfícies dos cumes e cristas de origem erosivo-desnudada**

As superfícies dos cumes e cristas de origem erosivo-desnudada são caracterizadas por:



- Relevos esculpidos por desnudação (ruiniformes)

O relevo ruiniforme está bem desenvolvido na província de Nampula, na região de Ribauè-lalana. Os montes afectados pela desnudação criam uma paisagem absolutamente fantástica, nomeadamente os maciços Ribauè I (1.777 m), Ribauè II (1.536 m), Norre (1.038 m), Lepe (1.154 m; Fig. 1.6).

Algumas formas assemelham-se a torres de fortalezas antigas, outras a dinossáurios, etc. Estas morfoestruturas são constituídas em granitóides e as suas formas estão relacionadas com as particularidades da alteração química, expressa na desagregação esferoidal que apresentam.

Na província de Niassa estas morfoestruturas ocorrem nos arredores de Manua e no Maciço Mindje (1.176 m).



**Fig. 1.6** Serra Lepe vista numa imagem de satélite. Fonte: Google Earth.

- Relevos suaves e compartimentados

As morfoestruturas deste tipo ocorrem em todo o território de Moçambique e ocorrem nas zonas periféricas dos sistemas montanhosos mais altos.

- Relevos em cúpula de origem sedimentar

O exemplo mais representativo desta morfoestrutura é o planalto de Mueda, em particular na sua parte periférica, onde os depósitos quaternários foram removidos e todas as formas principais são constituídas em arenitos. Este tipo de morfoestruturas também pode ser observado na parte sul do rio Save, constituindo as elevações de Tome (174 m) e Panda (219 m).

O carácter e o aspecto destas morfoestruturas foram determinados pela natureza da sua litologia.

- Relevos suaves nas formações do Karoo

A litologia (arenitos, tilitos, conglomerados, xistos, etc.), determinou uma dissecção vertical significativa. A desnudação selectiva originou uma paisagem de colinas grandes, mais características nos vales dos rios Lunho e Messinge (província de Niassa) e no curso inferior dos rios Panhame, Choe, Impata, Daque, Muze (afluentes da margem direita do rio Zambeze, província de Tete).

As altitudes na província de Tete variam de 700 a 750 m e na província de Niassa de 180 a 250 m. As morfoestruturas têm geralmente um aspecto aplanado e côncavo, relacionado com a tectónica e com as particularidades da sedimentação das rochas do Karoo no graben de Messinge e do Médio Zambeze.

- Colinas nas zonas de sopé

Em Moçambique, a zona entre os maciços montanhosos e as zonas aplanadas pode estender-se até 70-80 km, chegando num caso a atingir os 200 km. Tal fenómeno é consequência do carácter de plataforma das estruturas principais e das particularidades da composição litológica. O relevo de colinas estende-se por vastos espaços, nos quais se elevam por vezes grupos de *inselbergs*. As colinas raramente ultrapassam a altitude média de 150-200 m, ocupando a zona hipsométrica de 180-250 m de altitude absoluta.

- Cornijas de *cuestas*

O relevo de *cuestas*, representado por dobras monoclinais, é característico das regiões constituídas por rochas sedimentares. Este tipo de relevo está representado, por exemplo, pelos estreitos cumes de *cuestas* do complexo sedimentar da margem direita do rio Zambeze.

Um grupo destas morfoestruturas ocupa uma faixa entre o rio Luenha e a boca de Lupata. As morfoestruturas estão situadas umas por detrás das outras,

descaindo para o lado do rio Zambeze. As altitudes dos cumes de *cuestas* são da ordem de 300 a 320 m.

Há ainda de salientar um grupo de morfoestruturas de *cuestas* desenvolvidas no complexo gnaissico-migmatítico, resultantes da alteração selectiva, da erosão fluvial e da tectónica. Estas morfoestruturas ocupam a região entre Muandina e Chilo (distrito de Morrumbala).

#### **d) Vertentes, vales e fundos dos rios**

Este grupo morfoestrutural é caracterizado por:

- Deslocamentos tectónico-gravíticos
- Fundos e vertentes dos vales sem aluviões típicos
- Fundos e vertentes dos vales com terraços rochosos e outros com aluviões pouco espessos
- Leitos antigos cortando grés e conglomerados (Cretácico Superior – Quaternário Inferior)
- Leitos abandonados cortando depósitos eluviais do Quaternário Inferior
- Plataformas litorais recobertas por conglomerados e arenitos cretácicos

#### **e) Superfícies aplanadas que cortam o complexo de base (peneplanície de soco)**

Este grupo morfoestrutural é caracterizado por:

- Superfícies aplanadas que intersectam o complexo de base, peneplanícies e pedimentos (peneplanície de soco de origem extrusivo-desnudada)
- Peneplanícies talhadas em rochas granitóides
- Pedimentos sobre o substrato basáltico (peneplanície de soco de origem extrusivo-desnudada e de acumulação)

#### **f) Superfícies aplanadas que cortam estruturas da plataforma sub-horizontal, de origem de acumulação**



Este grupo morfoestrutural é caracterizado por:

- Terraços fluviais talhados na rocha

**g) Depressões erosivo-desnudadas e de acumulação**

As depressões erosivo-desnudadas e de acumulação são:

- Depressões ocupadas por lagos

Estas morfoestruturas ocorrem principalmente a sul de Moçambique, nas províncias de Gaza e Inhambane. Contudo, também ocorrem nos arredores de Lichinga na província de Niassa. As principais morfoestruturas deste tipo estão representadas por lagos na parte continental (Inhatuco, Nhangul, Marrângua, etc.). A zona litoral é caracterizada pela ocorrência de lagoas limitadas por dunas, do lado do oceano (Maiene, Massava, Quissico, etc.; Fig. 1.7).



**Fig. 1.7** Lagoas Quissico e Massava observadas em imagem de satélite.  
Fonte: Google Earth.

- Depressões e colinas com cobertura de aluvião e proluvião
- Fundos de depressões entre escarpas (zonas de rifte com sedimentos)

#### **h) Depressões de acumulação**

As depressões de acumulação incluem:

- Pântanos que ocupam leitos móveis com depósitos proluvionares  
Este tipo de morfoestrutura ocupa uma área extensa da planície de Changani, situada entre os rios Save e Limpopo, numa extensão de 2.100 km<sup>2</sup>. Os leitos pantanosos dos rios conferem à paisagem um aspecto particular. As altitudes médias oscilam entre os 50-60 m na parte SE e 85-90 m na parte NW. Estas morfoestruturas encontram-se também na parte sul da província de Maputo, no vale do rio Govuro em Vilanculos, na elevação de Pempe em Homoine, ambos na província de Inhambane.
- Pântanos formados por obstrução de depósitos aluviaais
- Depressões com acumulação e terraços de erosão  
As morfoestruturas deste tipo encontram-se na área litoral de acumulação aluvionar e marítima, bem como em áreas de vales dos rios Zambeze, Lúrio, Messalo, Rovuma, Save, Limpopo, etc. A espessura do aluvião chega a atingir valores significativos e estas morfoestruturas têm especial interesse como fontes possíveis de aluvião.
- Planícies de acumulação formadas por materiais argilosos e de aluvião-proluvião

#### **i) Planícies de origem de acumulação**

Fazem parte deste conjunto morfoestrutural:

- Planícies de sopé com cobertura bem marcada de aluvião, proluvião e eluvião  
Estas morfoestruturas ocupam vastos espaços nas zonas Central e Norte de Moçambique. As altitudes raras vezes ultrapassam os 350-400 m, mas, no distrito de Nampula, e entre os rios Rovuma e Luatize, os numerosos *inselbergs* dão à paisagem um aspecto particular e completamente distinto.

- Pequenas elevações (250 metros), constituídas por depósitos de material quaternário indiferenciado
- Planícies constituídas por depósitos de cor vermelha, de grão grosseiro, do Pleistocénico Inferior
- Planícies e depressões constituídas por areias brancas de grão fino e restos de formações dunares antigas, parcialmente pantanosas, do Pleistocénico Inferior
- Planícies baixas de natureza sedimentar flúvio-marinha
- Terraços
- Planícies de acumulação marinha
- Planícies costeiras com mangal
- Praias arenosas

Estas formas ocupam uma faixa praticamente contínua da costa moçambicana, desde a Ponta de Ouro, no extremo sul, até à foz do rio Rovuma no extremo norte.

- Formações de dunas do Pleistocénico Superior
- Recifes coralinos e ilhas de acumulação biogénica

Em Moçambique, o relevo biogénico resultante da actividade dos pólipos de coral está amplamente representado. Existem várias formas que originam zonas subaquáticas pitorescas (p.ex. Baía de Mossuril). A maior ilha de coral é a ilha Matemo, com superfície de 22,5 km<sup>2</sup> (Fig. 1.8).



**Fig. 1.8** Ilha Matemo vista em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.

Quase todas as ilhas do arquipélago das Quirimbas resultaram da actividade de corais. A mesma origem tem também as ilhas do arquipélago Primeiras.

Outras formas de acumulação biogénica muito característica do relevo moçambicano são as termiteiras.

#### **j) Superfícies de lavas**

Fazem parte deste grupo morfoestrutural:

- Planaltos, mantos e maciços de lavas alcalinas

A morfoestrutura mais característica deste tipo é a serra Lupata. O ponto mais alto da serra é o monte Dómuè (723 m).

- Vertentes dos maciços de lavas alcalinas

- Mantos basálticos do Terciário

- Maciços de riolitos jurássicos

Estão representados pela estrutura monoclinal do maciço dos Libombos do Karoo Superior. A cadeia dos Libombos estende-se a SW de Moçambique, e faz fronteira com a Swazilândia e a África do Sul (Fig. 1.9). O seu comprimento é de cerca de 500 km e largura máxima de 30 km. Esta cadeia montanhosa tem uma altitude máxima de 805 m no maciço de M'ponduíne. Os Libombos são intersectados pelos vales dos rios Umbelúzi, Incomáti, Sabié e Elefantes, alimentados por uma rede fluvial subsidiária com nascente nos Libombos.

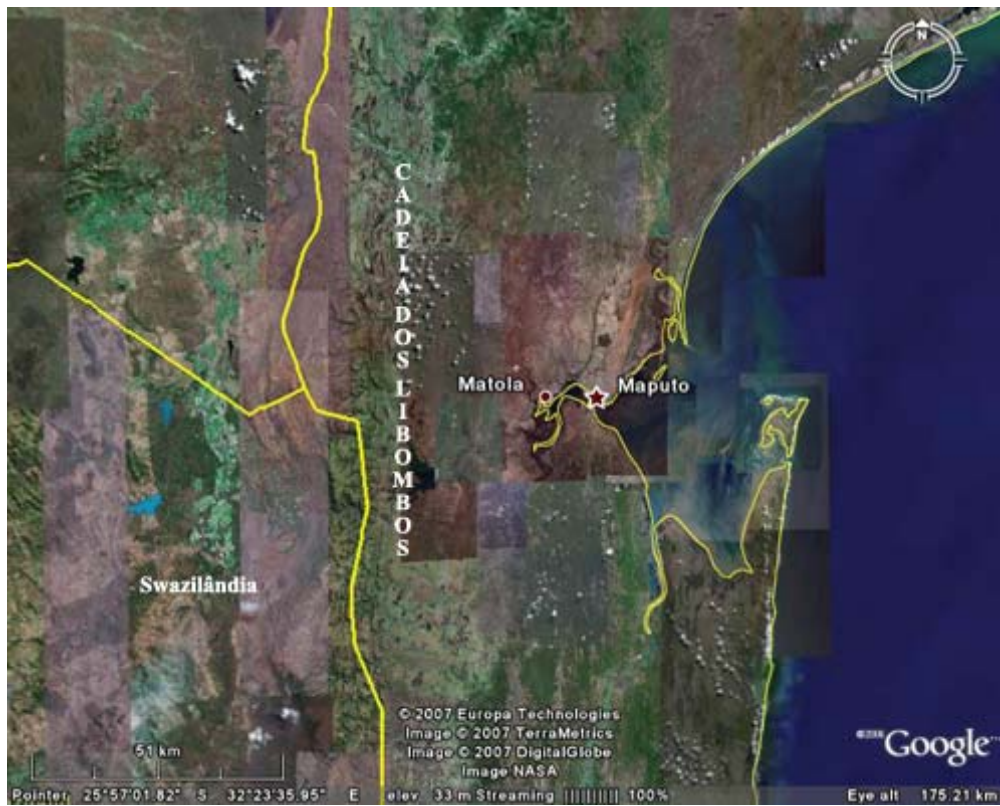
- Relevos sieníticos

Estas morfoestruturas são representadas pelas serras Mecula, no norte de Moçambique, e a serra Morrumbala. A serra Mecula é uma montanha com altitude de 1.441 m, muito dissecada pelos agentes activos da erosão (Fig. 1.10).

- Mantos basálticos desnudados do Jurássico Inferior

Os basaltos estão geralmente relacionados com o vulcanismo de fracturas. Em Moçambique, os mantos basálticos estão relacionados com linhas de fractura de direcção meridional e diagonal. A passagem dos Libombos às planícies está claramente marcada por linhas de fractura de orientação submeridiana, bem expressas em imagens de satélite, sendo marcadas pelo desnivelamento no

relevo. A altitude média destes mantos oscila entre os 65-70 m, na região de Catuane na província de Maputo, e os 164 m nos arredores de Machatuíne.



**Fig. 1.9** Imagem de satélite ilustrando a cadeia dos Libombos. Fonte: Google Earth.



**Fig. 1.10** Serra Mecula em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.



- Pequenas elevações constituídas por basaltos e doleritos precâmbrios

A norte de Moçambique, estas estruturas estão representadas pelo maciço de orientação submeridional, composto pelas serras Maungune (753 m), Necero (930 m) e Nicage (880 m), (Fig. 1.11). O maciço está bastante aplanado, embora esteja atravessado por uma densa rede de rios e ribeiros.

A sul de Moçambique, estas morfoestruturas aparecem a norte e a sul da cadeia montanhosa de Chimanimani.

### k) Relevo submarino



**Fig. 1.11** Serra Maungune, Necero e Nicage em imagem de satélite.

Fonte: Google Earth.

No que diz respeito a tectono-estruturas, a geomorfologia de Moçambique pode ser descrita em termos de (Bondyrev, 1983):

### a) Alinhamentos e falhas

## b) Estruturas circulares

Fazem parte das estruturas circulares:

- Estruturas circulares de cratera do tipo Muambe (carbonatitos), (Fig. 1.12).
- Estruturas circulares de cúpulas duplas do tipo Salambíduè (sienitos-carbonatitos), (Fig. 1.13).



**Fig. 1.12** Monte Muambe em imagem de satélite. Fonte: Google Earth.

- Estruturas circulares de cúpulas exumadas tipo montes Tumbine, Derre e outros (sienitos nefelínicos)

As estruturas circulares deste tipo não são uniformes no sentido genético, mas estão associadas por certas afinidades morfolíticas. O cone Tumbine (1.542 m) representa uma morfoestrutura com vertentes não escarpadas e pouco convexas, que em alguns lugares passam a vertentes escalonadas e cobertas de florestas, atingindo 40° de declive. O maciço é constituído principalmente por sienitos nefelínicos (Fig. 1.14).





**Fig. 1.13** Monte Salambidue visto em imagem de satélite.

Fonte: Google Earth.



**Fig. 1.14** Monte Tumbine<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Endereço na Internet: <http://nossomocambique.blogs.sapo.pt> (sítio consultado em 8/10/2006).



- Estruturas circulares graníticas

É o tipo mais difundido entre as formas de estruturas circulares. Estas estruturas estão amplamente desenvolvidas em todo o território do Norte de Moçambique. Estão representadas pelos maciços Macua (2.077 m), Sanga (1.798 m) e Unango (1.315 m). A estrutura circular de maiores dimensões e a mais complexa é o maciço da Gorongosa (Fig. 1.15). O maciço tem forma aproximadamente elíptica, com diâmetro de 20 km e altura máxima de 1.863 m.



**Fig. 1.15** Imagem de satélite ilustrando o maciço da Gorongosa.

Fonte: Google Earth.

- Estruturas circulares tipo Chissindo

- Estruturas circulares de cúpulas exumadas

Este tipo de estruturas ocorre geralmente nas zonas de relevo montanhoso das províncias de Niassa, Cabo Delgado, Zambézia, Tete, Manica, estando representadas pelos maciços Maconoce (1.697 m), Macalambo (1.337 m) e Russaca (958 m).

- Estruturas circulares exumadas indiferenciadas

- Outras estruturas circulares

c) **Blocos elevados**

d) *Klippens*

### 1.6.3 Clima

Os tipos de clima em Moçambique (Fig. 1.16) são determinados pela localização da zona de baixas pressões equatoriais, das células anticiclónicas tropicais e das frentes polares do Antártico (Muchangos, 1999).

O litoral moçambicano sofre influências da corrente quente Moçambique-Agulhas e dos correspondentes ventos dominantes marítimos do quadrante Leste.

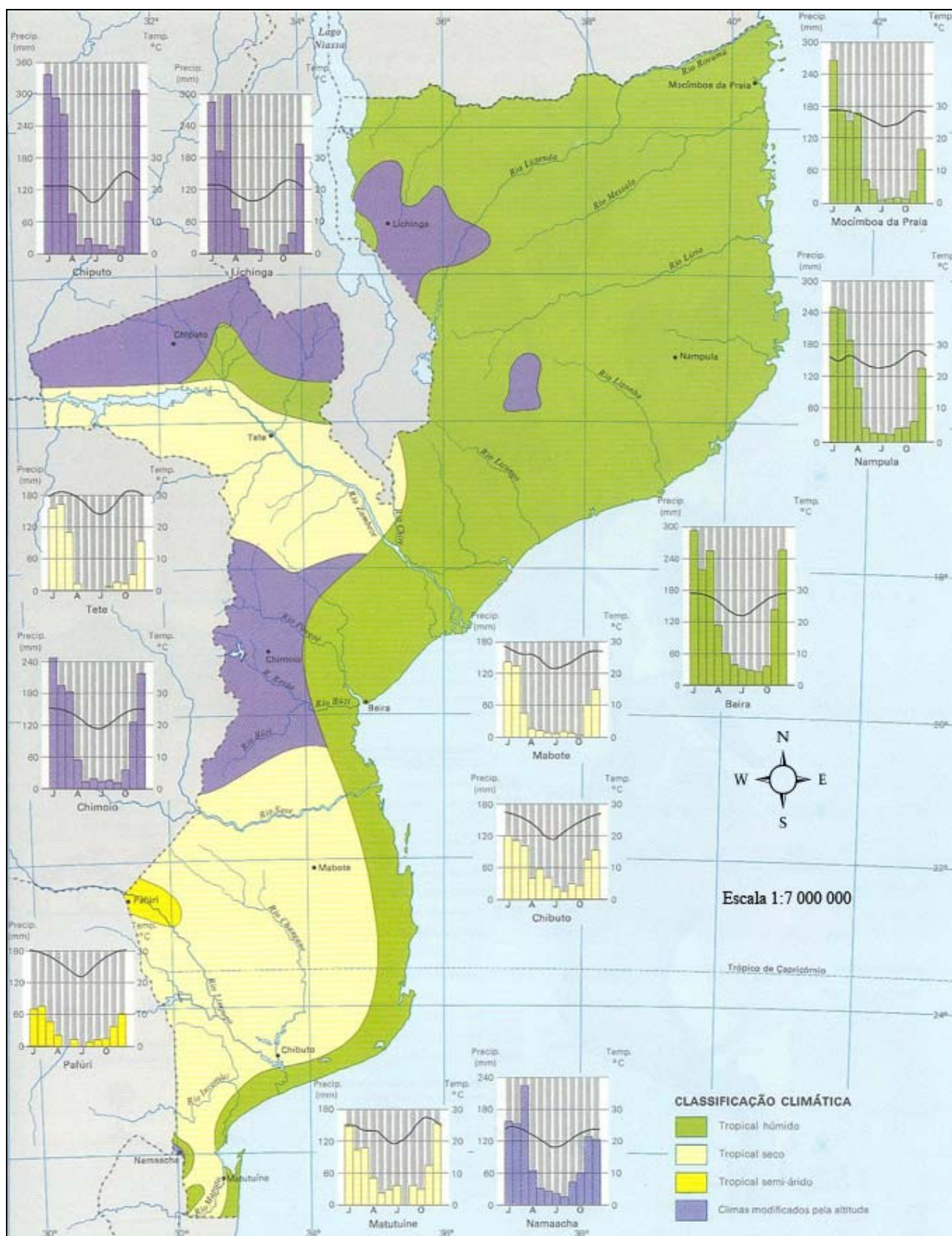
Em Moçambique existem duas estações: estação quente e chuvosa e estação seca e fresca. A estação quente e chuvosa tem início no mês de Outubro e termina em Março. A estação seca e fresca vai de Abril a Setembro.

Moçambique possui, de uma maneira geral, um clima quente e húmido. As principais variações climáticas estão relacionadas com os seguintes factores: continentalidade, altitude, exposição e posição geográfica.

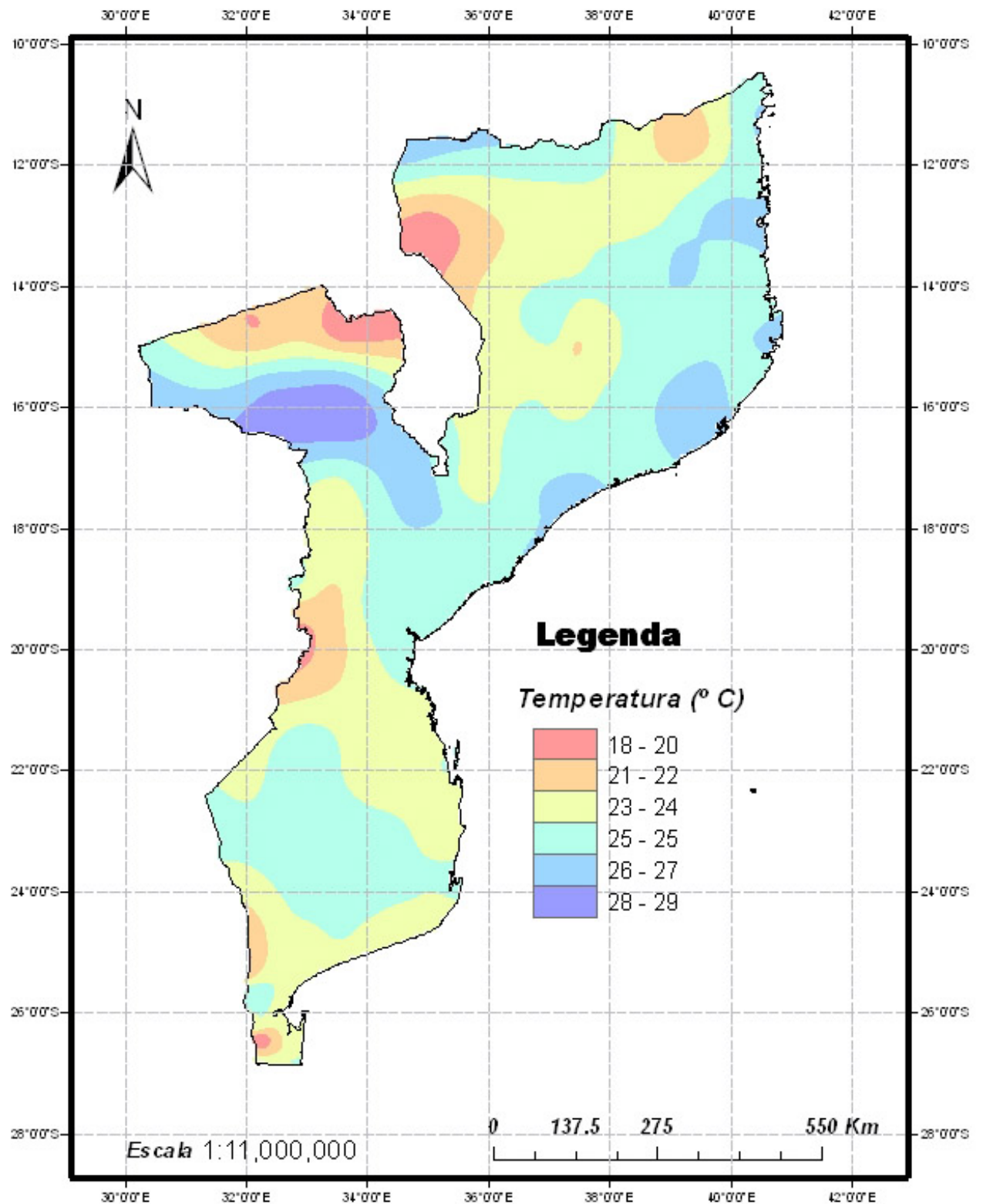
O carácter predominantemente tropical do clima moçambicano, exprime-se sobretudo pela coincidência entre o período de chuvas e o período quente, e pela amplitude térmica anual que é, em todo País, inferior à diurna. Segundo Muchangos (1999), a temperatura média anual é sempre superior a 20°C, excepto nas montanhas das Províncias de Niassa, Zambézia, Tete e Manica, onde ocorrem temperaturas inferiores a 16°C, condicionadas pela altitude (Fig. 1.17). As temperaturas mais elevadas registam-se entre os meses de Dezembro e Fevereiro, podendo as máximas atingir 38° e até mesmo 49° C. Os meses mais frios são Junho e Julho.

O período das chuvas, que tem início em Outubro, é mais curto que o período seco, excepto em algumas regiões costeiras onde as chuvas duram aproximadamente 6 (seis) meses.

A influência oceânica contribui para uma certa uniformização do clima de toda a zona litoral, onde a temperatura é da ordem de 24° C (Fig. 1.17) e a pluviosidade varia entre 800 e 1.400 milímetros (Fig. 1.18; Muchangos, 1999). As regiões mais afastadas do litoral apresentam climas secos e semi-áridos.



**Fig. 1.16** Distribuição dos tipos de clima em Moçambique. Fonte: MINED, 1986.



**Fig. 1.17** Distribuição das temperaturas médias anuais em Moçambique.  
 Dados cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Novembro de 2007).



#### 1.6.4 Vegetação

Muchangos (1999) descreve as características da flora moçambicana e sua distribuição regional. Segundo este autor, Moçambique situa-se na região sudano-zambezíaca, da qual também fazem parte a Tanzânia, o Malawi, a Zâmbia, o Zimbabwe, o Botswana e a Swazilândia.

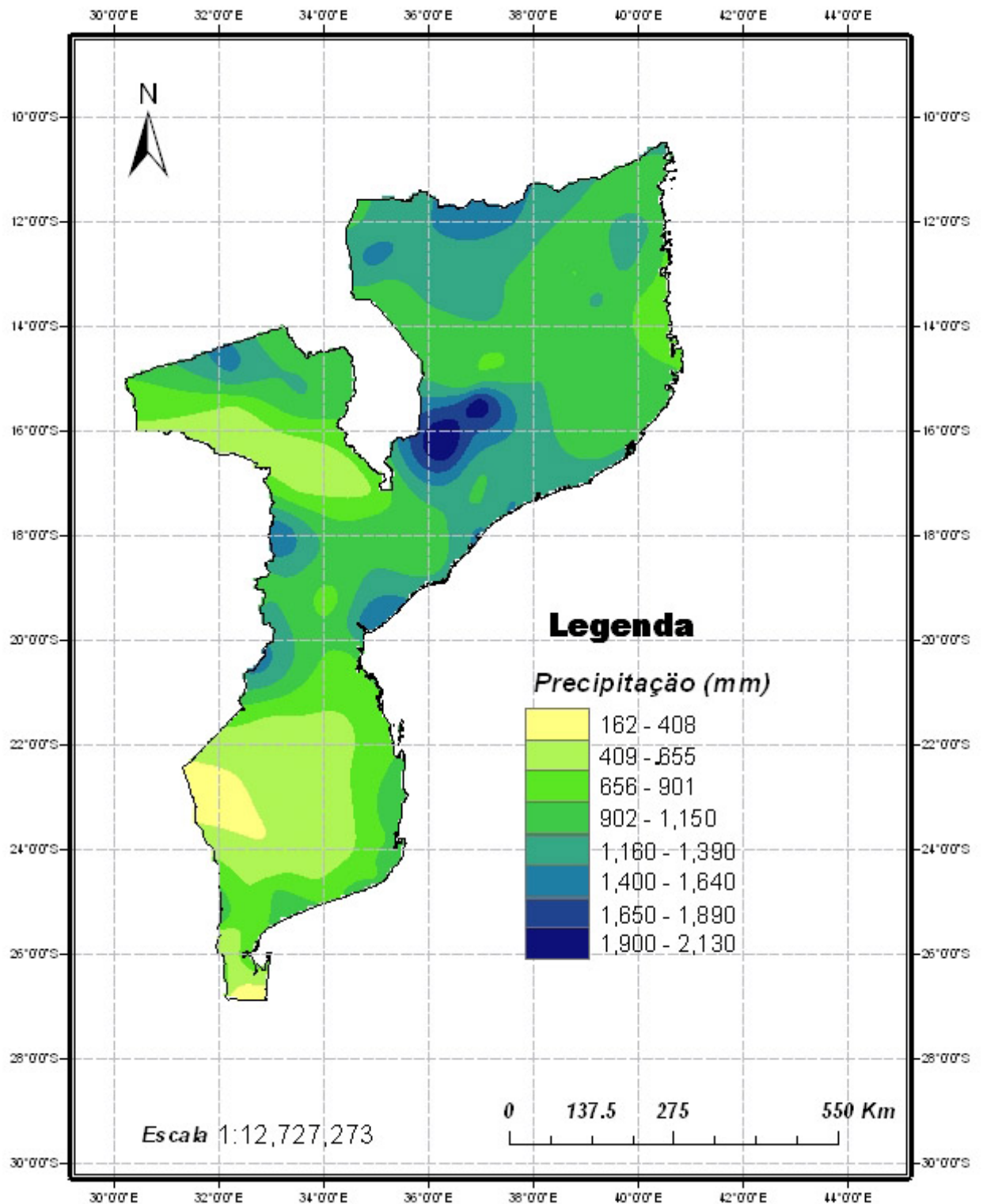
Em função do meio geográfico em que se desenvolve e do grau de intervenção humana, a flora moçambicana pode subdividir-se em terrestre, aquática e cultural.

A composição e distribuição da flora terrestre estão relacionadas com a posição geográfica de Moçambique na zona sub-equatorial e tropical do Hemisfério Sul, na costa oriental e austral do continente africano. Também exercem influência sobre a composição e distribuição da flora terrestre as condições regionais e locais do clima, relevo, rios, lagos, rochas, solos e a distância em relação ao Oceano Índico.

A localização de Moçambique na região florística sudano-zambezíaca e as condições climáticas condicionam o desenvolvimento de variedades de associações vegetais hidrófilas, mesófilas e xerófilas de floresta e de savanas arbóreas e arbustivas (Fig. 1.19).

As diferenças na distribuição, composição, densidade e variedade de espécies devem-se a factores tais como latitude, alternância entre as terras altas e as depressões, continentalidade, natureza pedológica, condições de água, de solo e o grau de intervenção humana. Estes factores provocam diferenças espaciais na distribuição da vegetação.

A área de dispersão da floresta está relacionada com o clima, continentalidade, altitude e as condições edáficas. Elas apresentam características mesófilas sub-equatoriais com grande diversidade e tamanho de árvores que atingem até 35 m de altura. Para esta floresta, o clima sub-equatorial do norte do país e de todo o litoral, propiciam as melhores condições, devido às características de humidade e pluviosidade. Ela desenvolve-se de preferência em áreas onde a pluviosidade é superior a 1000 mm por mais de 5 meses e tem o carácter de **floresta sempre verde** (Fig. 1.19). Trata-se de uma floresta com grande densidade do estrato arbóreo, com árvores de tronco grosso, com amplas copas que se elevam até a uma altura de 10 a 20 m. Em geral as suas folhas são pequenas e caducas, raramente largas e perenes. O estrato herbáceo é pobre e constituído por gramíneas curtas.



**Fig. 1.18** Distribuição da precipitação média anual em Moçambique.  
 Dados cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Novembro de 2007).

A floresta sempre verde desenvolve-se sobretudo nas principais montanhas do país e a densidade em espécies é maior nas encostas voltadas para leste em altitudes compreendidas entre 1200 e 1600 m e onde a pluviosidade é superior a 1500 mm (Fig. 1.19).

Na província de Niassa, a floresta sempre verde ocorre numa faixa de montanhas desde Maniamba até às proximidades de Mandimba (Fig. 1.19). Na Zambézia abrange grande parte das terras altas de Milange, Namúli, Gúruè, Namarroi e Morrumbala. Em Manica, a floresta sempre verde ocorre em áreas montanhosas de Espungabera, Chimanmani, Vengo, Vumba, Tsetserra, Mavita, Garuzo, Zaira, Penhalonga e Choa (Fig. 1.19).

Nos planaltos de Chimoio e de Mossurize, particularmente em Espungabera, Mabongo, Marongo, Sibatonga e Amatongas, onde a pluviosidade é de cerca de 1200 mm, desenvolve-se a **floresta semi-decídua** ou **semi-caduca**, em que as árvores dominantes atingem cerca de 20 m de altura (Fig. 1.19). Este tipo de floresta ocorre nas terras planálticas da província de Cabo Delgado entre Mueda, Chomba e N'gapa, em altitudes que variam entre 750 e 850 m e onde a pluviosidade é superior a 1000 mm (Fig. 1.19).

A **floresta de folha caduca** ocorre nas zonas sub-planálticas próximas da zona litoral, de onde se destacam as regiões planálticas de Cheringoma, Madanda-Machaze e do Baixo Búzi. A floresta de folha caduca encontra-se bem representada ao norte do rio Save em terrenos calcários terciários e onde os valores de pluviosidade variam entre 800 e 1200 mm (Fig. 1.19). Ao norte do rio Zambeze esta floresta apresenta-se relativamente mais densa devido às condições particulares de humidade, sendo de destacar as regiões de Macomia e Mueda (Fig. 1.19). Ao sul do rio Save a floresta de folha caduca ocorre nos Montes Libombos, sendo mais extensa e rica em variedade de espécies na província de Inhambane, entre Vilanculos e Massinga.

Nas margens aluviais dos principais rios de Moçambique, em especial na parte norte, ocorre uma floresta adaptada às condições edáficas locais, cujas árvores podem ser dominadas por um estrato herbáceo de caniço, bambu e outros. Ela dispõe-se ao longo dos rios, parecendo cobri-los, sendo por isso designada por **floresta-galeria**.

Nas dunas, existentes em quase todo o litoral, desenvolve-se a **floresta dunar** caracterizada por uma vegetação mista, arbóreo-arbustiva com estrato herbáceo abundante. A floresta dunar é mais vistosa onde a pluviosidade é superior a 900 mm.

Embora constituindo manchas descontínuas, interrompidas pela savana arbórea, é ao sul do rio Save que a floresta dunar tem a sua maior expressão.

Em regiões de relativa fraca pluviosidade, normalmente afastadas da costa, e de solos secos, ocorre a **savana**. A savana pode ser arbórea ou arbustiva de acordo com a predominância de árvores ou arbustos nos respectivos estratos, mas com o estrato herbáceo sempre presente. De uma maneira geral a savana é uma formação baixa (plantas de altura até 10 m), por vezes degradada, com plantas espinhosas e outras de folha caduca. As espécies são de porte médio, variando de 10 a 15 m, e distribuem-se a norte da província de Manica, em Gaza, Inhambane e, em geral, nas margens dos principais cursos de água, onde a pluviosidade não ultrapassa os 600 mm (Fig. 1.19). A sua maior área de ocorrência é a parte meridional de Moçambique, excepto as estreitas faixas de floresta sub-litoral e a floresta de montanha nos Libombos.

A **flora aquática** de Moçambique distribui-se em função das condições de temperatura, salinidade, dinâmica e limpidez das massas aquáticas. A floresta aquática desenvolve-se na orla marítima e na foz dos rios normalmente em terrenos alagadiços e sujeitos à influência das águas do mar. Esta floresta, conhecida por **mangal**, é típica de regiões costeiras tropicais e subtropicais. O mangal distribui-se por cerca de 48% do litoral moçambicano, perfazendo mais de 800 km<sup>2</sup>.

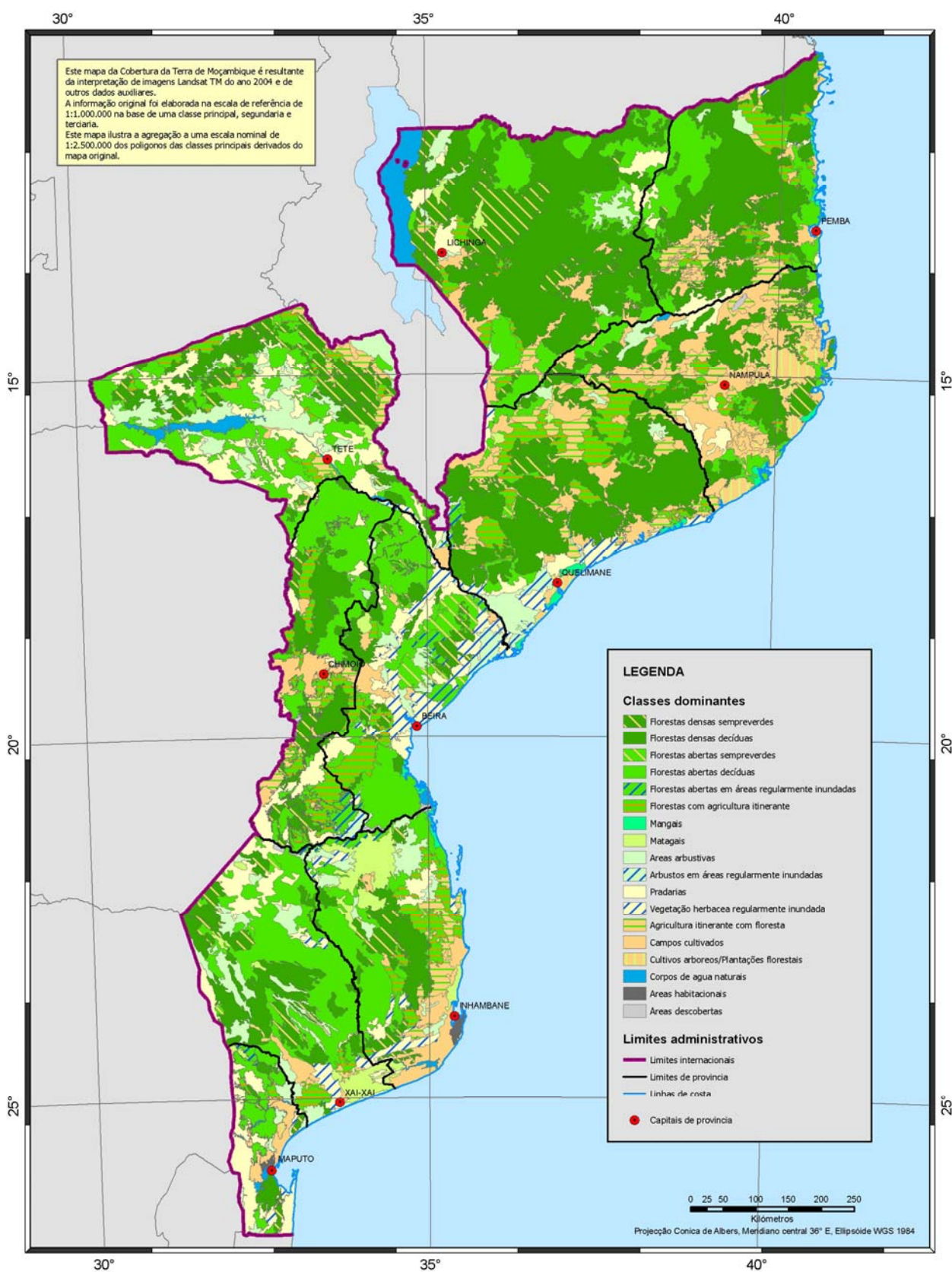
Em Moçambique as principais espécies de cultura são o cajueiro (*Anacardium occidentale*), mafurreira (*Trichilia emética*), mangueira (*Mangifera indica*), imbi (*Garcinia livingstonei*), ucanho (*Sclerocarya caffra*), stricnos (*Strichnos spp.*).

O coqueiro e o cajueiro, duas das mais importantes culturas industriais de Moçambique, desenvolvem-se na região costeira e sub-costeira. O cajueiro encontra boas condições para se desenvolver em todo o litoral, enquanto que o coqueiro, devido às suas maiores exigências climáticas e edáficas, se desenvolve sobretudo em manchas no litoral da província de Nampula, Zambézia, Sofala e Inhambane.

Na região litoral, onde a amplitude térmica é fraca, com pluviosidade total anual superior a 900 mm, com humidade da ordem dos 75%, e onde os solos são aluvionares, existem boas condições para o desenvolvimento do milho, arroz, amendoim, cana-de-açúcar, mandioca e legumes. O arroz e a cana-de-açúcar são cultivadas sobretudo nas margens dos rios Zambeze, Púnguè, Búzi, Limpopo e Incomáti.

O algodão, o tabaco e as fruteiras encontram boas condições para o seu desenvolvimento nas regiões planálticas e montanhosas, com solos residuais.





**Fig. 1.19** Mapa de uso e cobertura da terra em Moçambique (2004). Dados cedidos pela Unidade de Inventário Florestal – Ministério da Agricultura (Janeiro de 2008).

O cultivo de batata, legumes, chá, café e cereais é favorável em regiões de clima de altitude, com solos ferralíticos. O chá cultiva-se nas terras altas da província da Zambézia, onde a pluviosidade total anual é superior a 2.000 mm e com chuvas durante cerca de 6 meses.

Nas vertentes da maioria das montanhas existem condições para a produção da vinha, gengibre, nanxenim, trigo e cevada.

Nas regiões com estação seca prolongada e de fraca pluviosidade anual das províncias de Tete, Inhambane e Gaza desenvolvem-se a mapira e a meixoeira.

### **1.6.5 Hidrografia**

As características hidrográficas do território moçambicano encontram-se referidas em Muchangos (1999), de que se apresenta uma breve síntese.

#### **1.6.5.1 Rios**

De norte para sul, as principais bacias hidrográficas que drenam o país são: Rovuma, Messalo, Montepuez, Lúrio, Monapo, Ligonha, Licungo, Zambeze, Púnguè, Búzi, Save, Govuro, Inharrime, Limpopo, Incomáti, Umbelúzi, Tembe e Maputo (Fig. 1.20).

Os grandes cursos de água moçambicanos são de abastecimento predominantemente pluvial, de regime periódico, apesar de a maioria dos seus afluentes serem de regime ocasional.

A maior parte dos rios de Moçambique corre de oeste para leste, devido à configuração do relevo, e atravessam sucessivamente montanhas, planaltos e planícies, desaguando no Oceano Índico.

Os principais rios de Moçambique têm as suas nascentes nos países vizinhos, excepto no norte do país em que a maioria tem a sua bacia hidrográfica totalmente em Moçambique.

As oscilações do caudal dos rios ao longo do ano são condicionadas por factores climáticos, registando os máximos na época das chuvas e os mínimos na estação seca. Nas terras altas os rios possuem grande capacidade erosiva e constituem cascatas, limitando por isso a navegabilidade. Nas planícies, formam meandros e depositam os seus aluviões ou formam lagoas e pântanos.

Para além do relevo, a natureza dos solos também influencia o caudal, a estrutura e o padrão da rede hidrográfica.

Quanto às bacias hidrográficas, dado que as condições orográficas, atmosféricas, climáticas e pedológicas exercem grande influência sobre o regime e caudal, distinguem-se três regiões no que respeita ao comportamento dos rios (Muchangos, 1999): região norte, região entre as bacias dos rios Zambeze e Save, região a sul do rio Save.

Na parte norte do país, devido à melhor distribuição e frequência das chuvas e à maior dispersão de rochas magmáticas e metamórficas, as bacias hidrográficas apresentam predominantemente um padrão dendrítico. O rio Lúrio, com uma bacia hidrográfica de 60.800 km<sup>2</sup>, é a maior totalmente moçambicana, nasce no monte Malema a mais de 1.000 m de altitude e tem cerca de 1.000 km de comprimento (Fig. 1.20). Dada a extensão da sua bacia hidrográfica, ele representa com os seus numerosos afluentes, a linha mestra da subdivisão do Planalto Moçambicano. O rio Rovuma faz fronteira com a Tanzânia em quase todo o seu percurso (Fig. 1.20). A sua nascente situa-se no planalto do Ungone na Tanzânia e atinge Moçambique na sua confluência com o rio Messinge. A partir daí, toma a direcção oeste-leste, numa extensão de mais de 600 km, até a sua foz no Oceano Índico onde desagua em forma de estuário. A sua bacia hidrográfica em território moçambicano é de 101.160 km<sup>2</sup>, sendo na maior parte do seu percurso em rio estreito, alargando-se somente ao atingir a planície litoral. Os seus principais afluentes da margem moçambicana são: Messinge, Lucheringo e Lugenda. Estes têm origem nas terras altas do Niassa e possuem elevado potencial hidroeléctrico.

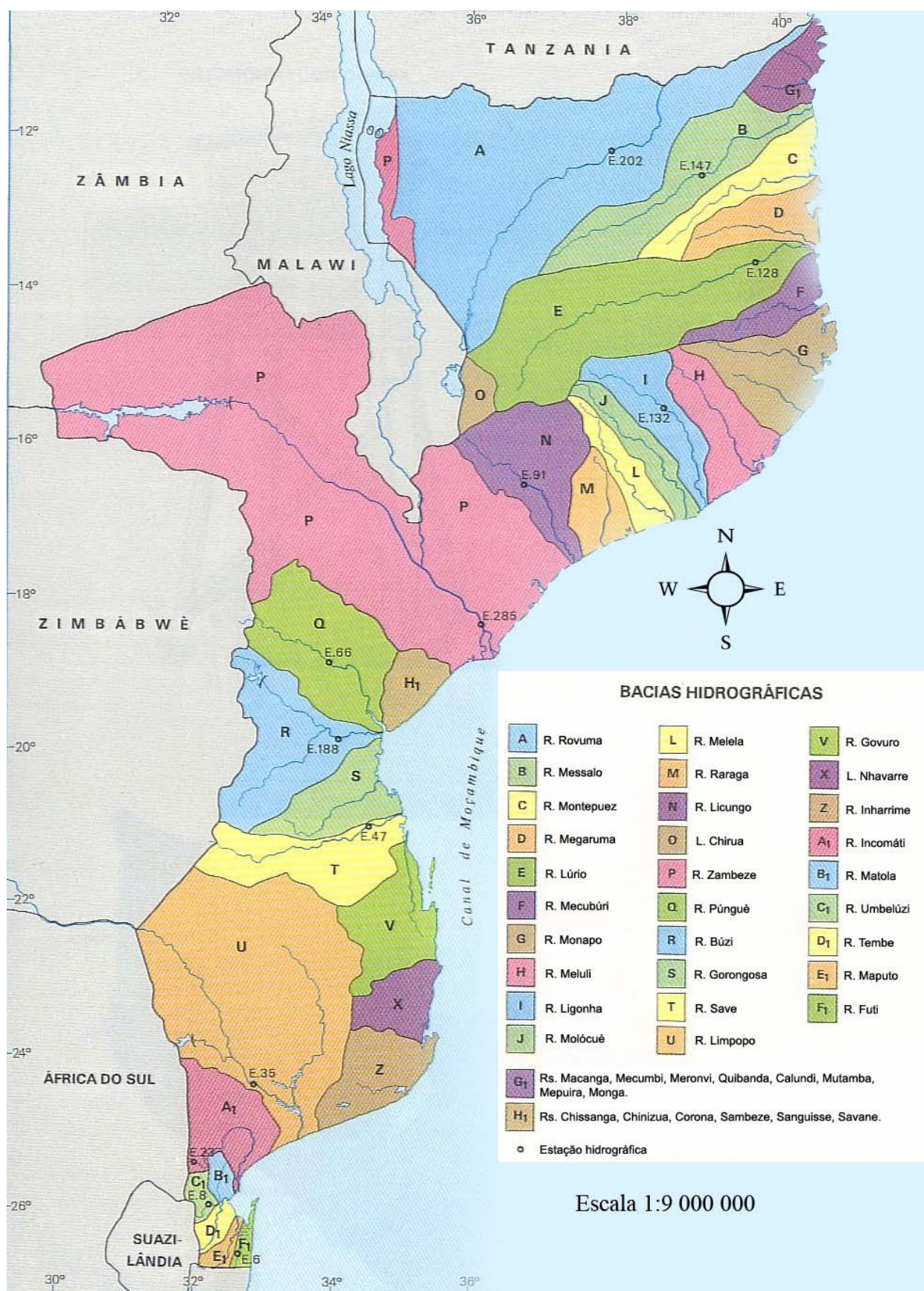
O rio Zambeze é, pelas suas características hidrológicas, o maior e o mais importante rio que atravessa o território moçambicano. Com cerca de 2.600 km de comprimento, é o 26º rio mais comprido do mundo e o 4º em África depois do Nilo (6.700 km), Zaire (4.600 km) e Níger (4.200 km). O rio Zambeze nasce na Zâmbia a cerca de 1.700 m de altitude (Fig. 1.20). A barragem de Cabora Bassa, que é a maior do país, resulta do represamento das águas do rio Zambeze em Songo, na província de Tete. O rio Zambeze desagua num amplo delta de cerca de 7.000 km<sup>2</sup> de superfície. O caudal médio do rio é estimado em cerca de 16.000 m<sup>3</sup>/s, transportando e depositando anualmente um volume de aluviões de mais de 500.000.000 de toneladas. O principal braço do delta do Zambeze é o rio Cuama, que é rectilíneo e presta-se à navegação fluvial.

Entre as bacias dos rios Zambeze e Save, devido ao grande desnível que se verifica entre as terras altas e as planícies num espaço relativamente curto, os cursos de água registam nas suas secções superiores, intensa erosão e grande capacidade de transporte de materiais. Estas características favorecem a construção de barragens para a produção de energia eléctrica, mas limitam grandemente a sua navegabilidade. No curso inferior eles são parcialmente navegáveis e as suas margens, de solos aluvionares, apresentam boas condições para o desenvolvimento de culturas irrigáveis. Os rios mais importantes desta região do país, o Púnguè e o Búzi, nascem nas terras altas do Zimbabwe e desaguam na baía de Mazanzane no Oceano Índico. Dos 29.500 km<sup>2</sup> do total da bacia hidrográfica do rio Púnguè, 28.000 km<sup>2</sup> encontram-se em Moçambique.

O rio Save representa o limite entre as províncias do centro e do sul de Moçambique, separando as províncias de Manica e Sofala, no centro, e as províncias de Inhambane e Gaza a sul (Fig. 1.20). Nasce nas terras altas do Zimbabwe e corre na direcção oeste-leste, até desaguar no Oceano Índico por um estuário perto de Nova Mambone. Em território moçambicano, o rio Save é totalmente um rio de planície, com uma bacia hidrográfica de 14.646 km<sup>2</sup>.

Ao Sul do rio Save, o regime hidrográfico é condicionado pelo clima, relevo, natureza das rochas e pelos aproveitamentos hídricos. Os principais cursos de água importantes são, de norte para sul: Govuro, Inhanombe, Limpopo, Incomáti, Umbelúzi, Tembe e Maputo (Fig. 1.20). Exceptuando os rios Govuro e Inhanombe, os restantes rios nascem nos países vizinhos e atravessam os montes Libombos. Ao atingirem a planície perdem a sua capacidade erosiva e formam nas suas margens extensas planícies aluviais, propícias à agricultura. Na planície, o seu caudal é condicionado pela influência combinada das condições climáticas gerais, do fraco declive e da elevada permeabilidade das rochas sedimentares. Nas secções inferiores dos rios formam-se frequentemente pântanos. A navegabilidade dos rios nesta região é limitada, devido ao regime sazonal do caudal e à sua elevada capacidade de assoreamento. O rio Limpopo (Fig. 1.20), pela extensão da sua bacia hidrográfica, é o rio mais importante do sul de Moçambique. Ele nasce na África do Sul e atinge o território moçambicano na confluência com o rio Pafúri. O seu comprimento total é de 1.170 km dos quais 600 km ocorrem em Moçambique, drenando uma área de cerca de 80.000 km<sup>2</sup>. O rio Limpopo apresenta uma forte tendência para a meandrização e para o desenvolvimento de lagoas e pântanos no seu curso inferior. Este rio caracteriza-se por um caudal extremamente variável, com o seu leito seco em estiagem e muito caudaloso na época das chuvas.





**Fig. 1.20** Distribuição das bacias hidrográficas de Moçambique. Fonte: MINED, 1986.

Os seus principais afluentes são: Nuanetze, Chichacuare e Changane na margem esquerda e o rio Elefantes na margem direita. A bacia do rio Limpopo possui consideráveis empreendimentos hidráulicos. Em Macarretane, próximo de Chókwè, foi construída uma barragem de derivação e um regadio de cerca de 30.000 hectares a jusante. No Baixo Limpopo, existem numerosos regadios e diques de protecção contra inundações com cerca de 50 km de extensão. No rio dos Elefantes, afluente do Rio Limpopo, a cerca de 130 km da cidade do Chókwè, foi construída a barragem de Massingir, cuja principal função é o represamento de água para irrigação.

### 1.6.5.2 Lagos

Para além das albufeiras, consideradas lagos artificiais, em Moçambique existe um elevado número de lagos e lagoas naturais de diferentes origens. Os lagos tectónicos mais importantes pelas suas dimensões são Niassa, Chiúta, Amaramba e Chirua, localizados na zona noroeste do país (Muchangos, 1999).

O lago Niassa é o maior lago natural de Moçambique (Fig. 1.21). Localiza-se na parte ocidental da província do mesmo nome, numa depressão tectónica encaixada entre rochas cristalinas, constituindo um verdadeiro mar interior. Dos 28.678 km<sup>2</sup> de extensão, apenas 7.000 km<sup>2</sup> pertencem a Moçambique e os restantes ao Malawi. Tem forma alongada, com encostas predominantemente íngremes e margens rectilíneas de norte para sul, sendo o seu comprimento máximo de cerca de 600 km, dos quais metade em território moçambicano. A sua largura varia entre 15 e 90 km e o nível médio das suas águas situa-se a cerca de 472 m acima do nível médio das águas do mar. A sua profundidade máxima, sensivelmente na parte central do lago, é de 706 m. No lago Niassa a pesca, o turismo e a recreação são actividades importantes, oferecendo ainda boas condições de navegabilidade.

Lagos com origem em factores exógenos relacionados com a erosão e a acumulação de sedimentos ocorrem em todo litoral e na margem dos rios (Muchangos, 1999). A região mais rica em formações lacustres de origem exógena situa-se no litoral ao sul do rio Save. Os mais importantes são de norte para sul: Quissico e Poolela (Inharrime), Nhambavale (Chidenguele), Bilene, Manhali, Zevane, Muanguane, Nhamanene, Dongane e Piti.





**Fig. 1.21** Imagem de satélite ilustrando o lago Niassa. Fonte: Google Earth.

### 1.6.5.3 Canal de Moçambique

O canal de Moçambique é a porção do Oceano Índico situado entre a costa da África Oriental e Madagáscar, aproximadamente entre as latitudes 10° e 25° S. A sua origem e desenvolvimento estão relacionados com vulcanismo extensivo ao longo das fronteiras entre a África, Antártica e Madagáscar que teve início no Jurássico Médio (Fig. 1.22).

A temperatura média da água é relativamente elevada, com temperaturas nunca inferiores a 18°C, sendo as mais elevadas de 36°C registadas em áreas com águas pouco profundas.

A principal corrente do Canal de Moçambique (Corrente de Moçambique), forma-se aproximadamente à latitude de 12° sul, no noroeste da Ilha de Madagáscar, como ramo sul da corrente Equatorial sul. No seu percurso norte-sul, junto ao paralelo de 26° sul, junta-se à corrente de Madagáscar oriental, formando a Corrente das

Agulhas. Por isso a principal corrente de Moçambique é também conhecida por Moçambique-Agulhas.



**Fig. 1.22** Imagem de satélite ilustrando o Canal de Moçambique, entre Moçambique e Madagáscar. Fonte: Google Earth.

Devido ao regime de ventos locais, esta corrente sofre alguns desvios e ramificações pouco significativas, mas com capacidade suficiente para estimular a morfodinâmica costeira.

A amplitude das marés varia em média entre 0,5 e 4 m, podendo ultrapassar os 6 m durante as marés vivas na baía de Sofala, devido à grande extensão da plataforma continental (Muchangos, 1999).





## CAPÍTULO 2 – PATRIMÓNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO

### 2.1 Conceitos gerais

#### 2.1.1 Geodiversidade

O conceito “geodiversidade” começou a ser utilizado pelos geólogos nos anos noventa, para se referirem à diversidade que ocorre dentro da natureza abiótica (Gray, 2004). Segundo este autor, o termo “geodiversidade” foi utilizado em 1993 por C. Sharples, em estudos de conservação geológica e geomorfológica na Austrália, sendo igualmente referido nas actas da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística realizada no mesmo ano, no Reino Unido.

Numa abordagem simplista pode definir-se geodiversidade como sendo a diversidade na natureza não viva, assim como a biodiversidade é a diversidade na natureza viva.

Gray (2004) apresenta a seguinte definição de geodiversidade:

*“Geodiversity: the natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils), geomorphological (land form, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems”.*

Devido à sua simplicidade e maior abrangência, no presente trabalho adopta-se o conceito de geodiversidade proposto pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido. Segundo esta, geodiversidade é a variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos activos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros tipos de depósitos superficiais que constituem o suporte para a vida na Terra (Brilha, 2005).

#### 2.1.2 Geossítio

Na Terra ocorrem sítios geológicos naturais excepcionais, do ponto de vista científico, didáctico, cultural, turístico, etc., denominados geossítios. Os geossítios diferem de outros sítios geológicos pelo seu carácter excepcional, o que pressupõe o desenvolvimento de estratégias de inventariação e avaliação do seu valor ou relevância.

Geossítio é uma parte da Geoesfera que apresenta uma importância particular para a compreensão da história geológica da Terra, sendo delimitado em termos de espaço físico.

Brilha (2005) define geossítio como sendo a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade, que afloram como resultado da ação de processos naturais ou devido a intervenção humana; os geossítios são bem delimitados em termos geográficos e devem apresentar um valor excepcional do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, etc.

De acordo com as características de cada geossítio, este pode apresentar um ou vários elementos de interesse: estrutural, petrológico, mineralógico, paleontológico, estratigráfico, geomorfológico, etc.

Os geossítios geomorfológicos são também conhecidos por geomorfossítios. O termo geomorfossítio foi proposto por Panizza (2001). Sítios geomorfológicos ou simplesmente geomorfossítios são paisagens geomorfológicas (incluindo processos), com um valor científico, cultural/histórico, estético e/ou social/económico de acordo com a percepção e uso humano (Panizza & Piacente, 1993), importantes na reconstrução, explicação e no registo da história da Terra, do seu clima e de toda a vida que esta suporta (Grandgirard, 1997; Panizza, 2001; Reynard, 2004).

### **2.1.3 Património geológico**

O património geológico é o conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa determinada área ou região (Brilha, 2005). O património geológico é constituído pelo conjunto de ocorrências geológicas representativas de uma determinada região, que possuem reconhecido valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro.

O património geológico pode ser dividido em património paleontológico, mineralógico, hidrogeológico, geomorfológico, petrológico, etc. Esta subdivisão do património geológico é feita de acordo com o conjunto de elementos geológicos que este património engloba. O património paleontológico, por exemplo, é o património geológico que é constituído pelo conjunto de geossítios de interesse paleontológico excepcional, inventariados e caracterizados numa determinada área.

Os termos património paleontológico, património mineralógico, etc., deverão restringir-se apenas a especialistas da área. Para o público em geral deverá usar-se o termo património geológico, por questões de simplificação e também para evitar a

proliferação de terminologias técnicas que em nada ajudam a despertar o interesse do público por assuntos ligados à geologia em geral e ao património geológico em particular.

O património mineiro (arqueologia mineira) não faz parte do património geológico, devido à diferença de conceitos e metodologias entre ambos (Brilha, 2005). Embora o património mineiro, assim como o património geológico, estejam ancorados na geodiversidade, diferem na abordagem. O património geológico está relacionado com a conservação da geodiversidade, enquanto que o património mineiro está relacionado com a exploração mineira desta mesma geodiversidade. No entanto, o património mineiro pode ser aproveitado para enriquecer o património geológico devido ao seu valor turístico/cultural.

As colecções de minerais, rochas e fósseis que ocorrem nos museus também não podem ser consideradas como sendo património geológico, pelo facto de estes materiais já não se encontrarem no seu contexto geológico natural. Apesar disso, estes podem ter um valor patrimonial devido a sua raridade, singularidade e elevado valor científico, educacional, estético, etc. Estes materiais podem ser considerados quiçá como sendo património museológico.

#### **2.1.4 Geoconservação**

O património geológico, assim como outros recursos naturais, também pode ser modificado, danificado e até destruído por processos naturais e pela actividade humana (actividade extractiva, desenvolvimento de obras, colheita de amostras para fins não científicos, etc.). O património geológico é um recurso natural não renovável. A sua destruição constitui, por isso, uma perda irrecuperável. Para assegurar a salvaguarda do património geológico, desenvolvem-se actividades que visam a geoconservação. Assim, as actividades que têm como finalidade a conservação e gestão sustentável do património geológico e dos processos naturais a ele associados denominam-se por geoconservação (Brilha, 2005).

Conservar todos os geossítios é uma tarefa bastante complicada. Para que se conserve um geossítio, os valores ou atributos por este apresentados devem estar acima da média. Assim, num conjunto de geossítios de uma determinada área, a prioridade para o desenvolvimento de acções visando a conservação será dada aos geossítios que

apresentam atributos adicionais que os tornam preferíveis relativamente aos outros (melhores condições de observação, facilidade de acesso, extensão, etc.).

## **2.2 Estratégias de geoconservação**

### **2.2.1 Inventariação e Avaliação**

A inventariação consiste no levantamento e registo sistemático de geossítios que ocorrem numa determinada área, após um reconhecimento geral prévio da área. Durante o processo de inventariação, apenas é feito o levantamento daqueles sítios que apresentam características geológicas que os evidenciam relativamente aos outros sítios. É fundamental a recolha pormenorizada de informação, eventualmente com recurso a registo em ficha de inventariação/caracterização, adaptada em função dos objectivos específicos e às características de cada região.

A avaliação, denominada por quantificação por Brilha (2005), é a etapa posterior ao levantamento e caracterização dos geossítios. No entanto, esta também poderá ser realizada durante a fase de inventariação. A avaliação consiste no cálculo do valor que cada geossítio possui, de acordo com critérios tais como, por exemplo, integridade (se o objecto está ou não completo), representatividade (até que ponto o geossítio é representativo da geologia de uma determinada região), raridade (número de ocorrências semelhantes no espaço em referência), condição de observação (até que ponto o geossítio é fácil de observar), acessibilidade (se o local é de fácil acesso), vulnerabilidade (facilidade de destruição), valor estético, valor social/económico e valor cultural/histórico (Reynard, 2004; Brilha, 2005).

A avaliação orienta a escolha dos geossítios para os quais as acções visando a sua conservação serão prioritárias. Os geossítios seleccionados passam depois para as etapas subsequentes de uma estratégia de geoconservação (classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização).

### **2.2.2 Classificação**

A classificação é a etapa posterior à inventariação, caracterização e avaliação numa estratégia de geoconservação e visa dotar o património geológico de um estatuto legal para a sua protecção e gestão. Os procedimentos a seguir com vista a classificação

do património geológico dependem da legislação em uso em cada país. Em Moçambique, a Lei que regula o processo de declaração e criação de novos monumentos culturais e naturais (onde se pode enquadrar o património geológico) é a Lei de Protecção Cultural No. 10/88 de 22 de Dezembro.

Portanto, podem propor à classificação as seguintes entidades e instituições (Fernando & Sigáúque, 2007):

- a) Órgãos do Estado a vários níveis;
- b) Órgãos autárquicos;
- c) Pessoas singulares ou colectivas.

A proposta de classificação deve ser devidamente fundamentada do ponto de vista técnico e canalizada ao Conselho Nacional do Património Cultural, que é o órgão que se pronuncia sobre as propostas de classificação de património cultural e natural (Lei de Protecção Cultural No. 10/88 de 22 de Dezembro, Capítulo VIII, Artigo 19, número 1). Da proposta, devem constar todos os aspectos relacionados com o geossítio nomeadamente: localização do geossítio, caracterização científica, descrição do tipo de interesse, avaliação da vulnerabilidade e propostas de estratégias de geoconservação (Brilha, 2005).

A classificação ou anulação da classificação de bens do património cultural e natural compete ao Conselho de Ministros (Lei de Protecção Cultural No. 10/88 de 22 de Dezembro, Capítulo IV, Artigo 7, número 1).

### 2.2.3 Conservação

Numa estratégia de geoconservação, a conservação é a etapa posterior à classificação, embora a ausência de classificação não impeça que se proceda a conservação dos geossítios. O objectivo principal da conservação deverá ser o de assegurar a integridade física do geossítio, permitindo que ao mesmo tempo, o público possa ter acesso ao mesmo (Brilha, 2005).

Para cada geossítio, deve proceder-se a avaliação da vulnerabilidade de degradação ou perda face a factores naturais e/ou antrópicos, para que em função desta e da sua relevância, seja definida a estratégia a seguir. Como não é possível conservar todos os geossítios devido a limitações técnicas, financeiras e de recursos humanos,



deve-se proceder a conservação daqueles que apresentam maior relevância (Brilha, 2005).

Em alguns casos poderá não ser possível conservar um determinado geossítio na sua condição natural, em virtude de um elevado risco de degradação natural, roubo ou actos de vandalismo. Nestas situações, pode justificar-se a recolha dos valores geológicos e a sua posterior conservação e exposição em instituições de acesso público (museus, universidades, etc.).

#### **2.2.4 Valorização e divulgação**

Após a análise da vulnerabilidade de perda do geossítio, os geossítios mais vulneráveis são conservados, enquanto se criam condições apropriadas para a sua valorização e divulgação. Os geossítios menos vulneráveis passam para a fase de valorização e divulgação. Entende-se por valorização ao desenvolvimento de acções e de infra-estruturas no local de ocorrência dos geossítios, com o objectivo de disponibilizar informação e auxiliar o público na interpretação de aspectos da geodiversidade. A valorização dos geossítios deve ser anterior à sua divulgação, de modo a permitir que o público menos informado e não especializado disponha de meios que ajudam na compreensão dos valores apresentados.

Os geossítios podem ser valorizados por exemplo, através da produção de painéis informativos e/ou interpretativos que devem ser colocados próximo do geossítio ou em outra posição adequada para a transmissão da informação pretendida. São ainda exemplos de acções de valorização, o estabelecimento de percursos temáticos ligando vários geossítios numa região, centros de interpretação, produção de páginas de Internet, CD ou DVD-ROMs e de outro tipo de materiais (canetas, bonés, jogos, colares, etc.).

De salientar que os materiais produzidos para as acções de valorização, devem ser cuidadosamente preparados em função do tipo de público que se pretende atingir, procurando sempre a utilização de uma linguagem acessível para o público em geral.

O património geológico pode ser divulgado através de várias acções de promoção em escolas, feiras, instituições do sector do turismo, visitas guiadas ao campo, etc.

### 2.2.5 Monitorização

Numa estratégia de geoconservação, a monitorização é a etapa posterior à valorização e divulgação. Entende-se por monitorização ao processo de verificação periódica da perda de relevância de um determinado geossítio ao longo do tempo. Para uma melhor percepção das modificações que os geossítios poderão apresentar depois de um certo período, é recomendável que os técnicos responsáveis pelo processo de monitorização, também tenham participado nas etapas anteriores da estratégia de geoconservação (Brilha, 2005).

O processo de monitorização ajuda na definição de acções concretas a serem realizadas com vista a manter a relevância de um determinado geossítio, obrigando a uma nova análise da sua vulnerabilidade (Brilha, 2005). Em função da vulnerabilidade apresentada, seguir-se-ão os procedimentos anteriormente descritos.

### 2.2.6 Implementação de estratégias de geoconservação

A implementação de estratégias de geoconservação em áreas restritas difere quando se trata de uma área extensa. Pode-se considerar, por exemplo, uma área restrita a extensão de um parque natural, e uma área extensa, o território de um país.

Numa área restrita, a inventariação de geossítios é a primeira etapa numa estratégia com vista a conservação de geossítios, seguindo-se as etapas posteriores de uma estratégia de geoconservação.

Numa área extensa, porque é impraticável percorrer todo território a inventariar geossítios, devido a enorme quantidade de meios materiais, humanos e financeiros que seriam necessários para o efeito, as estratégias de geoconservação devem ser implementadas de modo diferente. O modelo proposto por Brilha (2005) para estas situações, consiste numa primeira fase, na identificação daquelas características geológicas que são representativas do território em questão, denominadas “categorias temáticas” ou “*frameworks*”. Segundo o mesmo autor, para além do estabelecimento de categorias temáticas de âmbito nacional, também deverão ser estabelecidas outras de âmbito internacional. As categorias de âmbito internacional devem ser estabelecidas de modo a permitir relacioná-las com as categorias de países vizinhos, visando o estabelecimento de categorias de abrangência supra-nacional.

Após a definição das categorias temáticas, segue-se a fase de identificação de geossítios representativos de cada uma delas. Seguidamente, cada geossítio identificado anteriormente deve ser sujeito a avaliação, de modo a seleccionar de entre estes os melhores. Os geossítios representativos de cada categoria (nacional ou internacional) deverão ser propostos para classificação e integrados nas etapas subsequentes de numa estratégia de geoconservação (Brilha, 2005).

### **2.3 Iniciativas internacionais em geoconservação**

Actualmente existem seis programas internacionais de conservação da Natureza. Apesar de alguns destes programas não terem como objectivo directo a protecção do património geológico, os sítios de interesse geológico podem ser directa ou indirectamente incluídos nas suas políticas de protecção. Os programas são:

- A Convenção sobre o Património Mundial (UNESCO);
- Reservas da Biosfera do Programa Homem e Biosfera da UNESCO (MAB);
- A Convenção de Ramsar;
- O Tratado Antártico;
- Projecto *Geosites* (IUGS);
- Programa *Geoparks* (UNESCO).

Moçambique é signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies de Flora e Fauna em Perigo de Extinção (CITES), Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), Convenção sobre o Património Natural e Cultural Mundial em Propriedades Naturais e Culturais (WHC) e da Convenção sobre Terras Húmidas de Importância Internacional, Especialmente as que servem como Habitat de Aves Aquáticas (Resolução No. 45/2003 de 5 de Novembro).

#### **2.3.1 Convenção sobre o Património Mundial**

A Convenção sobre o Património Mundial, cuja designação completa é Convenção para a Protecção do Património Mundial Cultural e Natural, foi adoptada

pela UNESCO em 1972 para promover a protecção de bens culturais e naturais que têm um valor universal excepcional.

O património geológico faz parte do património natural. Os critérios de qualificação para a inclusão do património natural na lista do Património Mundial, também contemplam valores geológicos. Assim, para que um bem natural de carácter geológico possa ser considerado como sendo de valor universal excepcional deve:

- ser um exemplo excepcional e representativo dos momentos mais importantes da história da Terra, incluindo o registo da vida, processos geológicos significativos no desenvolvimento de paisagens ou de características geomorfológicas ou fisiográficas significativas;
- representar fenómenos naturais superlativos ou áreas de beleza natural excepcional e valor estético (UNESCO, 1999a).

Para que sejam incluídos sítios na lista do Património Mundial, elaboram-se listas indicativas e propostas as quais são apresentadas pelos Estados. A avaliação das propostas é feita através da comparação entre um determinado sítio proposto com outros sítios do mesmo tipo.

O critério utilizado para a inclusão de sítios na lista do Património Mundial, baseado em propostas apresentadas pelos países, tem dificultado a criação de uma rede de sítios geológicos com valor geológico excepcional e com representatividade global dos sistemas naturais e da geodiversidade, protegidos dentro do Património Mundial. Isto deve-se ao facto de não haver uma perspectiva global e bases contextuais e comparativas fortes para a inclusão destes sítios. Devido a este facto e pela impressão que se tem de que a Convenção sobre o Património Mundial dá prioridade a áreas geográficas extensas e não a sítios pequenos, ainda que de valor geológico excepcional, a capacidade de esta Convenção satisfazer as necessidades da protecção global do património geológico tem sido posta em causa (Barettino, 2000; Dingwall, 2000).

A exclusão de sítios geológicos excepcionais da rede de protecção do Património Mundial, unicamente devido à sua reduzida extensão, é inaceitável. O facto de um local ser pouco extenso, confere-lhe ainda uma maior necessidade de protecção e não de discriminação. Ainda que de tamanho reduzido, alguns destes sítios podem ser únicos e testemunhar etapas importantes da história geológica da Terra. Sem discriminação, todos os sítios geológicos de valor excepcional para a ciência devem ser incorporados

na rede mundial de sítios protegidos dentro do Património Mundial, independentemente da sua extensão.

### **2.3.2 Programa Homem e Biosfera da UNESCO (MAB)**

No âmbito do Programa Homem e Biosfera da UNESCO (MAB), foram criadas as Reservas da Biosfera em 1971. O MAB é um programa interdisciplinar de investigação e formação dentro das ciências naturais e sociais, com o propósito de promover a conservação e uso sustentável dos recursos naturais e melhorar as relações existentes entre as pessoas e o meio ambiente.

As Reservas da Biosfera são áreas de ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos onde a partir de uma delimitação e gestão adequada, a conservação dos ecossistemas é articulada com o uso sustentável dos recursos naturais e inclui a investigação, monitorização, educação e formação (UNESCO, 1996). As Reservas da Biosfera têm como função conservar, permitir o desenvolvimento humano e dar suporte logístico a programas de pesquisa.

Alguns países criaram legislação específica para o estabelecimento das Reservas da Biosfera e outros converteram áreas já protegidas neste tipo de reservas (Barettino, 2000).

As Reservas da Biosfera estão concebidas para promover a investigação, educação e formação, nos aspectos que dizem respeito à geoconservação.

Com a finalidade de fortalecer a conservação do património geológico através dos programas MAB e Património Mundial, a UNESCO está a desenvolver um programa denominado *Geoparks* (UNESCO, 1999b), cujo objectivo é estabelecer uma rede de parques geológicos. Os geoparques seriam áreas de soberania nacional, englobando características de significado geológico especial, raridade ou beleza, representativas da história geológica da região e de eventos e processos que as formaram (Barettino, 2000). Numa fase posterior, através do intercâmbio e cooperação entre as instituições ligadas à geoconservação dos vários países, poderão ser criados geoparques transfronteiriços. Os geoparques transfronteiriços seriam parques geológicos resultantes da união do espaço físico de vários parques geológicos existentes em países que fazem fronteira, num único geoparque, sem que os limites de fronteira entre estes países sejam levados em consideração.

### 2.3.3 Convenção de Ramsar

A Convenção de Ramsar para a protecção de áreas húmidas, assinada em Ramsar, Irão, em 1971, é um tratado intergovernamental que visa a conservação e uso sustentável das áreas húmidas, incluindo ecossistemas marinhos, estuarinos, lacustres, ribeirinhos e palustres. O objectivo deste tratado é de manter a longo prazo o funcionamento dos ecossistemas das áreas húmidas e a conservação dos seus valores ecológicos e económicos.

Apesar de os locais serem seleccionados pela sua importância na conservação da biodiversidade, há oportunidade para a inclusão de sítios de especial interesse geológico tais como estuários, sistemas dunares, recifes de corais, lagos, rios ou terras pantanosas de vários tipos (Dingwall, 2000).

### 2.3.4 Tratado Antártico

O Tratado Antártico regula a conservação no continente antártico. O Protocolo sobre a Protecção Ambiental do Tratado Antártico (Protocolo de Madrid), de 1991, declara que a Antártida é uma reserva natural dedicada à paz e à ciência. Neste protocolo faz-se menção à necessidade da designação de Áreas Antárticas Especialmente Protegidas (ASPAs), figura que protegeria lugares de valor ambiental e científico excepcional. Sítios geológicos especiais estão entre aqueles identificados para a inclusão nas ASPAs. As ASPAs deverão ser constituídas por exemplos representativos dos principais eventos terrestres, incluindo os glaciares e ecossistemas aquáticos e exemplos de sítios geológicos, glaciológicos e geomorfológicos excepcionais (Dingwall, 2000).

### 2.3.5 Projecto *Geosites*

Devido ao interesse cada vez maior de se preservar a geodiversidade, a União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS), desenvolveu em 1996 o projecto *Geosites*. Este projecto reúne a comunidade geológica dedicada à geoconservação, com o objectivo de proporcionar uma base objectiva que sirva de suporte a qualquer iniciativa de âmbito nacional ou internacional para a conservação do património



geológico, mediante a realização de um inventário e elaboração de uma base de dados de lugares de interesse geológico global.

Para se dedicar a estes assuntos a IUGS constituiu um grupo específico de trabalho, o *Global Geosites Working Group* (GGWG), para se dedicar ao projecto *Geosites* e apoiar qualquer esforço internacional para a conservação de sítios com interesse geocientífico.

Actualmente o projecto *Geosites* está em fase de execução. Este projecto funciona através de grupos de trabalho regionais que são constituídos e legitimados por comités nacionais, agências e serviços geológicos.

O método empregue pelo projecto *Geosites* consiste em identificar aquilo que é especial e representativo de cada país dentro do seu contexto regional.

Um aspecto importante na metodologia do projecto *Geosites*, é que a proposta de sítios não depende exclusivamente das sugestões efectuadas a título individual ou por uma única agência nacional, mas baseia-se numa selecção acordada por todas as partes interessadas e da examinação final do comité nacional da IUGS.

Grupos nacionais e regionais estão a definir os seus contextos geológicos dentro dos quais se fará a selecção dos sítios de interesse geológico (Barettino, 2000).

A metodologia do projecto *Geosites* pode resumir-se nas seguintes etapas:

1. Estabelecimento de uma rede de informadores e peritos nacionais das diversas áreas.
2. Selecção e definição dos contextos geológicos ou categorias temáticas (*frameworks*) representativas e relevantes a nível internacional.
3. Selecção provisória e definição dos sítios de interesse geológico (geossítios) representativos de cada uma das categorias temáticas definidas anteriormente.
4. Comparação a nível regional do interesse e mérito dos sítios de interesse geológico seleccionados nos diferentes países (sempre dentro das suas categorias temáticas) e selecção das listas regionais que incluem os sítios de importância mundial.
5. Aceitação por parte do GGWG.
6. Inclusão dos sítios de interesse geológico na base de dados *Geosites* da IUGS.

No âmbito do projecto *Geosites*, grupos regionais da ProGeo já começaram a identificar as categorias temáticas que servirão de base para a selecção e, há casos de

geossítios que já foram seleccionados dentro dessas categorias, mediante a comparação entre as várias listas nacionais.

As categorias temáticas podem ser estabelecidas, por exemplo, a partir de elementos geotectónicos regionais, eventos tectónicos, metalogénicos ou de outra natureza, secções estratigráficas, associações paleontológicas, etc. Estas permitem representar a geodiversidade de uma forma sintética e sistematizada, dentro de um contexto nacional, regional e mundial. Neste contexto, as acções de geoconservação serão preferencialmente direccionadas para os locais em que a geodiversidade está sistematizada, para evitar que estas acções sejam realizadas de forma aleatória e ocasional, o que as tornaria ineficazes, devido à enorme diversidade geológica à escala global.

Na fase inicial, a identificação de sítios geológicos é feita por grupos nacionais e associações regionais e, de seguida, para proporcionar uma perspectiva internacional mais ampla, deve incluir a contribuição de especialistas temáticos (p.ex. a Comissão de Estratigrafia da IUGS).

O projecto *Geosites* adopta o seguinte procedimento:

1. Constituir um grupo nacional.
2. Convidar a participação geral de geocientistas e outros especialistas do país.
3. Identificar as categorias temáticas de cada país e realizar consultas entre os geocientistas e outros especialistas de modo a estabelecer categorias temáticas de consenso.
4. Seleccionar os primeiros geossítios de interesse em cada categoria temática.
5. Publicar a lista dos geossítios pré-seleccionados pelo grupo nacional e realizar consultas a geocientistas e outros cientistas para se proceder à selecção dos melhores sítios entre as várias opções nacionais.
6. Rever a lista de geossítios e as categorias temáticas.
7. Efectuar a comparação entre os geossítios nacionais com os dos países vizinhos em colaboração com especialistas destes países.
8. Proceder à selecção entre as diferentes opções transfronteiriças.
9. Publicar as listas regionais de sítios de interesse geológico e efectuar consultas entre os vários grupos nacionais e regionais envolvidos no processo para se encontrarem listas regionais de geossítios de consenso.
10. Finalizar a lista de sítios de interesse geológico.

11. Documentar os sítios seleccionados e registá-los na base de dados da IUGS *Geosites*.

O método estabelecido pelo projecto *Geosites* para a selecção de sítios de interesse geológico, alicerça-se numa base comparativa e contextual de avaliação dos sítios.

Este projecto proporciona um método para seleccionar as áreas e os lugares mais valiosos e representativos, pretendendo-se que estes sejam uma manifestação dos aspectos elegidos do património geológico nas suas próprias características espaciais (tempo/espço) e genéticas (processo/tipologia).

Os princípios para a avaliação e as directrizes para a selecção focam quatro aspectos importantes, como mecanismo de controlo na selecção de sítios propostos como de interesse geológico:

1. As características especiais, típicas e únicas, tanto no espaço como no tempo, devem ser demonstradas quando se propõe um sítio.
2. A representatividade de uma localização no contexto de uma coluna geológica completa deve ser demonstrada.
3. Um sítio candidato deve ter um processo de avaliação dentro de um determinado contexto (tempo/espço), de forma que se possam fazer avaliações e comparações com outros candidatos.
4. Os sítios que possuem registos completos ou uma longa história de investigação são preferidos como candidatos (sem excluir os locais novos ou não explorados cientificamente).

Os critérios utilizados pelo projecto *Geosites* para a selecção de sítios geológicos são:

- Representatividade (critério universal proposto pela metodologia do projecto, que obriga a considerar os sítios dentro de um contexto e não de forma isolada, no processo de selecção);
- Ser singular ou único;
- Possibilidade e aptidão para correlação;

- Disponibilidade e potencialidades para a realização de estudos posteriores, reinterpretações, para educação e cultura;
- Complexidade e geodiversidade.

### 2.3.6 Programa *Geoparks*

Em 1997, a UNESCO lançou o Programa *Geoparks* com o objectivo de conciliar a valorização de sítios de valor para a história da Terra com a criação de emprego e fomento do desenvolvimento económico local. A UNESCO pretende, com este programa, fomentar o desenvolvimento económico regional, através do estabelecimento de uma rede global de territórios que preservam exemplos extraordinários do património geológico da Terra.

O Programa *Geoparks* actua em conformidade com a Agenda 21 (Agenda da Ciência para o Meio Ambiente e Desenvolvimento para o Século XXI) e com a Convenção para a Protecção do Património Cultural e Natural de 1972, para os quais o Programa *Geoparks* contribui ao destacar a componente de desenvolvimento local.

O Programa *Geoparks* deverá cooperar com o Centro Mundial do Património da UNESCO, a Rede Mundial de Reservas da Biosfera do Programa MAB da UNESCO e com várias organizações nacionais e internacionais envolvidas na conservação do património geológico.

Um geoparque da UNESCO é um território suficientemente espaçoso, com limites bem definidos e vocacionado para servir o desenvolvimento económico local. Este agrega um conjunto de sítios do património geológico com interesse científico especial, raridade ou beleza, representativos de uma área e da sua história geológica, eventos ou processos e poderá ser, não apenas de importância geológica, mas também de valor arqueológico, ecológico, histórico e cultural (Eder, 1999).

Os geoparques da UNESCO exploram e demonstram métodos de conservação do património geológico e constituem uma ferramenta pedagógica para a educação ambiental, formação e pesquisa relacionada com as geociências, questões ambientais mais complexas e desenvolvimento sustentável.

Os geoparques da UNESCO ficam sob jurisdição do Estado no qual este se situa, sendo da responsabilidade deste decidir, em conformidade com a legislação nacional, os mecanismos adequados para a sua protecção.

## **2.4 Geoconservação em Moçambique: situação e perspectivas**

### **2.4.1 Património geológico em Moçambique**

É escassa a informação disponível referente ao património geológico moçambicano. Em Moçambique, ainda não foram realizados trabalhos de inventariação do património geológico à escala nacional e não existe uma estratégia e metodologia para a sua identificação e caracterização. Alguns sítios geológicos de interesse são conhecidos e foram estudados (Laumanns *et al.*, 1999; Ferrara, 2004), não tendo sido desenvolvidas acções visando a sua geoconservação.

As instituições nacionais responsáveis pela implementação das políticas e estratégias de conservação da natureza ainda não estão envolvidas em acções vocacionadas para a conservação do património geológico moçambicano.

O Museu Nacional de Geologia em Moçambique tomou a iniciativa de liderar e coordenar as acções de geoconservação do património geológico moçambicano. Nesse âmbito, organizou de 25 a 27 de Maio de 2005 o primeiro Curso e Seminário sobre o Património Geológico e Geoconservação, com o apoio técnico do Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho, Portugal. Na sequência desse Curso e Seminário, produziu-se um documento-síntese que, nas suas conclusões, refere a importância que o seminário teve na sensibilização e esclarecimento de vários sectores da sociedade sobre a relevância da geoconservação.

Segundo as conclusões desta síntese, a liderança das acções de geoconservação em Moçambique será da responsabilidade do Museu Nacional de Geologia (MNG), que deverá e terá de trabalhar com a Associação Geológica Mineira de Moçambique (AGMM), com órgãos do Ministério dos Recursos Minerais (MIREM) e outras instituições ligadas às geociências, bem como com a comunidade dos geocientistas em geral, no sentido de definir estratégias e centralizar toda informação decorrente da sua implementação. O Museu Nacional de Geologia assumirá ainda a responsabilidade de fazer a ponte com outras instituições que de qualquer forma terão ligação com as iniciativas de geoconservação, nomeadamente no referente à valorização e divulgação do património geológico.

A síntese também refere a necessidade de se proceder ao inventário de locais de interesse geológico e que, para o efeito, deverá haver uma acção concertada, de modo a

que não sejam realizadas acções pontuais e isoladas, que podem resultar numa ineficácia das acções de geoconservação.

Actualmente, o MNG está a desenvolver um projecto visando a inventariação do património geológico nacional. Para o efeito, decorrem acções para a mobilização de recursos financeiros que viabilizem a implementação do projecto, acções de formação e especialização dos seus técnicos, no âmbito das quais se enquadra o presente trabalho cujo tema tem em vista a adopção de uma metodologia para a inventariação, caracterização e avaliação do património geológico de Moçambique.

Espera-se, assim, que a médio prazo o país disponha de uma estratégia de geoconservação bem definida e de metodologias para a inventariação, caracterização e valorização do património geológico.

Apesar de Moçambique ainda estar a dar os primeiros passos em matéria de geoconservação, dado o interesse e empenho que se verifica a nível nacional e, em particular do MNG, vislumbra-se um futuro promissor no que diz respeito à conservação do património geológico de Moçambique. Perspectiva-se que, num futuro breve, o país disponha de sítios geológicos representativos da sua geodiversidade, devidamente inventariados, caracterizados, classificados e valorizados.

## **2.4.2 Áreas Protegidas em Moçambique**

### **2.4.2.1 Zonas de Protecção**

As Zonas de Protecção são áreas territoriais delimitadas, representativas do património natural nacional, destinadas à conservação da biodiversidade e de ecossistemas frágeis ou de espécies de animais ou vegetais (Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Capítulo II - Protecção dos Recursos Florestais e Faunísticos, Artigo 10).

A Lei de Florestas e Fauna Bravia define para Moçambique as seguintes Zonas de Protecção:

- a) Parques Nacionais;
- b) Reservas Nacionais;
- c) Zonas de Uso e de Valor Histórico-Cultural.



## Parques Nacionais

Em Moçambique, os Parques Nacionais (Tabela 2.1, Fig. 2.1) são zonas de protecção total delimitadas, destinadas à propagação, protecção, conservação e manejo da vegetação e de animais bravios, bem como à **protecção de locais, paisagens ou formações geológicas de particular valor científico, cultural ou estético** e para recreação pública, representativos do património nacional (Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Artigo 11). Um exemplo é o Parque Nacional das Quirimbas que foi estabelecido através do Decreto 14/2002, de 6 de Junho, situado na Província de Cabo Delgado.

**Tabela 2.1** Parques Nacionais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.

Localização (Província)	Nome	Área (km <sup>2</sup> )
Sofala	Parque Nacional de Gorongosa	5.370
Inhambane	Parque Nacional do Zinave	6.000
	Parque Nacional do Bazaruto	1.600
Gaza	Parque Nacional do Banhine	7.000
	Parque Nacional do Limpopo	10.000
Cabo Delgado	Parque Nacional das Quirimbas	7.500

## Reservas Nacionais

As Reservas Nacionais (Tabela 2.2, Fig. 2.1) são zonas de protecção total destinadas à protecção de certas espécies de flora e fauna raras, endémicas, em vias de extinção ou que denunciem declínio, e os ecossistemas frágeis, tais como zonas húmidas, dunas, mangais e corais, bem como a conservação da flora e fauna presentes no mesmo ecossistema (Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Artigo 12).

**Tabela 2.2** Reservas Nacionais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.

Localização (Província)	Nome	Área (km <sup>2</sup> )
Maputo	Reserva Especial de Maputo	700
Inhambane	Reserva de Pomene	200
Sofala	Reserva de Marromeu	1.500
Zambézia	Reserva do Gilé	2.100
Niassa	Reserva do Niassa	42.200

### Zonas de Uso e de Valor Histórico-Cultural

A Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Capítulo II, Artigo 13, número 1, define as Zonas de Uso e de Valor Histórico-Cultural do seguinte modo: “As Zonas de Uso e de Valor Histórico-Cultural são áreas destinadas à protecção de florestas de interesse religioso e outros sítios de importância histórica e de uso cultural, de acordo com as normas e práticas costumeiras das respectivas comunidades locais”.

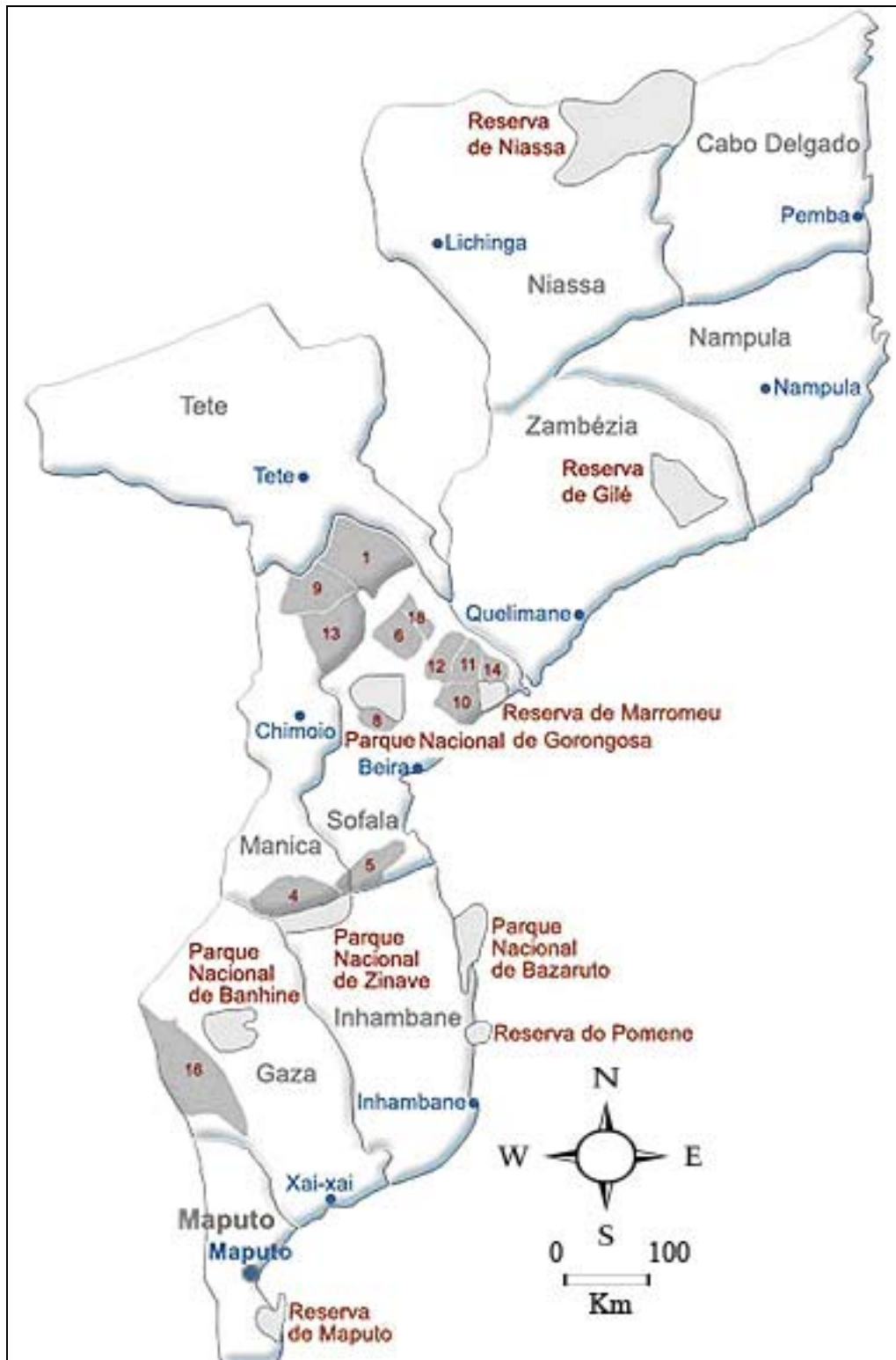
### Coutadas Oficiais

As Coutadas Oficiais (Tabela 2.3, Fig. 2.1) são áreas delimitadas de domínio público, destinadas à caça desportiva, fomento do turismo cinegético e protecção das espécies, nas quais o direito de caçar só é reconhecido por via de um contracto de concessão celebrado entre o operador e o Estado (Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Artigo 1).

A antiga Coutada 16 (veja a figura 2.1) foi convertida no actual Parque Nacional do Limpopo, por meio do Decreto 38/2001 de 27 de Novembro. As coutadas 1, 2 e 3 foram extintas e actualmente fazem parte do Parque Nacional da Gorongosa.

**Tabela 2.3** Coutadas Oficiais de Moçambique. Fonte: MITUR, 2004.

Localização (Província)	Nome	Área (km <sup>2</sup> )
Manica	Coutada nº4	4.300
Sofala	Coutada nº5	6.868
Sofala	Coutada nº6	4.563
Sofala	Coutada nº7	5.408
Sofala	Coutada nº8	310
Manica	Coutada nº9	4.333
Sofala	Coutada nº10	2.008
Sofala	Coutada nº11	1.928
Sofala	Coutada nº12	2.963
Manica	Coutada nº13	5.683
Sofala	Coutada nº14	1.353
Manica	Coutada nº15	2.300



**Fig. 2.1** Parques Nacionais, Reservas Nacionais e Coutadas Oficiais de Moçambique<sup>2</sup> (ver tabela 2.3 para legendagem de Coutadas Oficiais).

<sup>2</sup> Endereço na Internet: <http://www.futur.org.mz> (sítio consultado em 08/12/2006).

### 2.4.2.2 Legislação que rege as Áreas Protegidas

#### **Criação das Áreas Protegidas**

A existência de Áreas Protegidas em Moçambique tem suporte legal na Lei de Florestas e Fauna Bravia (Lei No. 10/99 de 07 de Julho). Com a criação do Ministério do Turismo no ano 2000, as áreas de conservação, outrora dependentes da Direcção Nacional de Florestas e Fauna Bravia do Ministério da Agricultura, foram reorientadas, sendo geridas pela Direcção Nacional das Áreas de Conservação do Ministério do Turismo.

A Lei de Florestas e Fauna Bravia estabelece os princípios e normas básicas sobre a protecção, conservação e utilização sustentável dos recursos florestais e faunísticos no quadro de uma gestão integrada, tendo em vista o desenvolvimento económico e social do país.

A criação de uma área protegida tem implicações sobre o meio ambiente e por conseguinte, esta acção, está sujeita a uma avaliação prévia do impacto ambiental que poderá causar. Em Moçambique, a autoridade vocacionada para a avaliação do impacto ambiental é o Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA), através da Direcção Nacional do Impacto Ambiental. Ao MICOA, tal como à Comissão Nacional do Meio Ambiente, cabe a tarefa de coordenar a nível nacional todas actividades no domínio do ambiente, promovendo a gestão, preservação e utilização racional dos recursos naturais do país, bem como propor políticas e estratégias ambientais a serem integradas nos planos sectoriais de desenvolvimento.

#### **Gestão das Áreas Protegidas**

O Estado moçambicano estimula uma gestão participativa dos recursos naturais. Para o efeito, são criados conselhos locais de gestão de recursos, constituídos por representantes das comunidades locais, do sector privado, das associações e das autoridades locais do Estado, visando a protecção, a conservação e a promoção do uso sustentável dos recursos florestais e faunísticos (Lei de Florestas e Fauna Bravia No. 10/99 de 07 de Julho, Capítulo VI, Artigo 31, número 1).

Segundo o Artigo 33 desta Lei, o Estado pode delegar poderes de gestão dos recursos florestais e faunísticos, incluindo para fins de repovoamento de espécies

florestais e faunísticas, às comunidades locais, associações ou ao sector privado, sem prejuízo da sua fiscalização pelas entidades competentes.

As atribuições e competências dos conselhos locais encontram-se definidas por decreto do Conselho de Ministros.

### **Monitorização das Áreas Protegidas**

A Lei de Florestas e Fauna Bravia (Lei No. 10/99 de 07 de Julho), no seu Capítulo VII, Artigo 37, atribui competências ao Conselho de Ministros, nos termos a regulamentar, para garantir a fiscalização florestal e faunística, visando monitorar, orientar e disciplinar as actividades de conservação, utilização e maneo dos recursos florestais e faunísticos. O número 2 do Capítulo e Artigo anteriores, reafirma o dever de todo o cidadão, em especial os conselhos locais de gestão de recursos e aos portadores de licenças, de colaborar no exercício da vigilância necessária para a protecção dos recursos florestais e faunísticos, participando as infracções de que tiverem conhecimento à autoridade mais próxima.

Segundo o número 4 do mesmo artigo, a fiscalização florestal e faunística é exercida pelos fiscais de florestas e fauna bravia, pelos fiscais ajuramentados e pelos agentes comunitários, nos termos e condições a definir por diploma próprio.

#### **2.4.3 Legislação moçambicana aplicável ao património geológico**

Moçambique ainda não dispõe de legislação exclusivamente destinada à protecção do património geológico. Apesar desse facto, o património geológico moçambicano pode ser protegido através de outros dispositivos legais existentes na legislação nacional.

Assim, o património geológico de Moçambique pode ser protegido pela Lei de Florestas e Fauna Bravia (Lei No. 10/99 de 07 de Julho), através do seu Capítulo II, Artigo 11, destinada aos parques nacionais, a qual, para além de se destinar à protecção total de vegetação e de animais bravios, também contempla a protecção de locais, paisagens ou formações geológicas de particular valor científico, cultural ou estético e para recreação pública, representativos do património nacional.

O património geológico que ocorre em parques naturais também pode ser protegido com base na Lei anterior, através do seu Capítulo II, Artigo 11, número 2,

alínea d, que proíbe estritamente todos os trabalhos tendentes a modificar o aspecto do terreno nos parques nacionais, salvo por razões científicas ou por necessidades de maneio. Deste modo, sob esta alegação, pode-se proteger o património geológico presente em parques nacionais.

Outro dispositivo legal, que pode ser aplicado na protecção do património geológico moçambicano, é o Decreto de Lei No. 27/94 do Conselho de Ministros, que Regula a Protecção do Património Arqueológico. Este Decreto define o património arqueológico no seu Capítulo I, Artigo 2, como sendo o conjunto de bens móveis e imóveis de **valor** arqueológico, **paleontológico**, antropológico ou **geológico**, relacionados com as gerações antepassadas, encontrados por meio de descobertas fortuitas, prospecções ou escavações arqueológicas, bem como os que venham ainda a ser descobertos ou escavados. Assim, ao abrigo desta Lei, podem ser protegidos locais ou sítios com valor paleontológico ou geológico que constituam um testemunho de gerações antepassadas, incluindo minas resultantes de explorações mineiras antigas, que apesar de não fazerem parte do património geológico, podem ter valor patrimonial, enquadrando-se dentro do património mineiro.

A Lei de Protecção Cultural (Lei No. 10/88 de 22 de Dezembro) também permite proteger o património geológico. No seu Capítulo I, Artigo 1, refere que tem por objecto a protecção legal dos bens materiais e imateriais do património cultural moçambicano, interessando no âmbito da geoconservação, as referências à protecção de bens materiais.

Bens culturais materiais são os bens imóveis e móveis que, pelo seu valor arqueológico, histórico, bibliográfico, artístico e científico, fazem parte do património cultural moçambicano. É referido que os bens culturais imóveis compreendem elementos naturais, para além de monumentos, conjuntos, locais ou sítios culturais. Assim, a Lei de Protecção Cultural protege o património geológico através do seu Capítulo II, Artigo 3, número 4, alínea d, pois entende como elementos naturais as formações físicas e biológicas que tenham particular interesse do ponto de vista estético ou científico. Esta Lei também refere como elementos naturais as **formações geológicas e fisiográficas** e áreas que constituam o habitat de espécies ameaçadas de animais ou plantas de grande valor do ponto de vista da ciência ou da conservação da natureza. É de referir ainda que, de acordo com a Lei de Protecção Cultural, bens culturais móveis compreendem espécimes que, **pela sua raridade ou singularidade, são de interesse**



**científico, como minerais, rochas, fósseis**, materiais fitobiológicos, zoológicos e antropológicos (Capítulo II, Artigo 3, número 5).

Assim, pela Lei de Protecção Cultural No 10/88 de 22 de Dezembro, será possível proteger o património geológico moçambicano, desde que para tal os sítios geológicos de interesse sejam declarados como sendo bens culturais materiais móveis ou imóveis, suportados numa boa fundamentação.

Outros instrumentos legais que também podem ser aplicados para a salvaguarda do Património Geológico moçambicano são:

- A Constituição da República (2004);
- Lei-quadro Ambiental (Lei No. 20/97 de 1 de Outubro);
- A Política Cultural de Moçambique e Estratégia de sua Implementação (Resolução No. 12/97 de 10 de Junho);

#### **2.4.4 Geoturismo em Moçambique**

##### **Introdução**

A actividade que se baseia na contemplação e no aproveitamento dos aspectos geológicos de um determinado local, podendo estar ou não associado a outros valores (ecológico, cultural, religioso, etc.), é denominada por geoturismo. Na actividade geoturística o principal valor a considerar deve ser a geologia.

O geoturismo, assim como o ecoturismo, também advoga uma visita responsável às áreas naturais e procura sempre conservar o meio ambiente e melhorar as condições de vida das comunidades locais.

Hose (2000) caracteriza os perfis dos geoturistas, distinguindo entre indivíduos que escolhem deliberadamente visitar locais de interesse geológico, com fins educativos ou por prazer “*dedicated geotourists*” e indivíduos que visitam casualmente esses locais, motivados por prazer e algum estímulo intelectual “*casual geotourists*”.

O geoturismo é uma actividade que está estreitamente ligada à geoconservação. Destinos com potencialidades geoturísticas deverão ser suportados por uma estratégia de geoconservação que garanta a sustentabilidade dos geossítios, bem como por uma adequada estratégia de divulgação e interpretação do património geológico. Em Moçambique o geoturismo ainda não se pratica, já que a geoconservação ainda está na

sua fase embrionária. Praticam-se essencialmente o turismo de sol e praia, ecoturismo, turismo cultural e turismo de aventura. No entanto, o desenvolvimento de actividades de geoconservação a curto prazo em Moçambique, vai permitir com que o geoturismo também comece a crescer.

### **O potencial geoturístico**

A enorme geodiversidade associada a um vasto espectro de processos e materiais geológicos, com idades que vão do Proterozóico ao Quaternário, faz com que Moçambique tenha um potencial geoturístico muito diversificado, ainda por explorar.

O turismo é uma das actividades da economia moçambicana em franco crescimento, apesar de enfrentar uma concorrência regional e internacional muito forte, na qual o maior concorrente na região tem sido a vizinha África do Sul. Actualmente, o Zimbabwe está a atravessar enormes dificuldades, incluindo no sector do turismo, e a sua capacidade concorrencial reduziu significativamente nos últimos anos. Em termos de clientes turísticos, sem contar com o mercado interno, a África do Sul é o principal cliente de Moçambique (70,9% de turistas de lazer vêm da África do Sul). Nos últimos anos o turismo moçambicano passou a contar com três mercados principais: África do Sul, Grã-Bretanha e Portugal. A prática do turismo por motivos de negócio e de visita é liderada pelos britânicos (10,9%) e pelos portugueses (6,5%). Em termos percentuais 36% do turismo praticado no País é turismo de lazer, 44% de negócio e 20% para o de visitas<sup>3</sup>.

Assiste-se actualmente, a nível internacional, a um acréscimo no interesse pelo turismo temático, em particular pelo “turismo de natureza”, multiplicam-se as propostas de locais passíveis de enquadramento em estratégias geoturísticas. Em Moçambique, a ocorrência de enorme geodiversidade, bem como o crescimento que se verifica na actividade turística, podem considerar-se factores potenciadores do interesse pelo geoturismo.

Alguns sítios com potencial para se praticar o geoturismo já são conhecidos e exemplos destes são apresentados na tabela 2.4 adiante.

---

<sup>3</sup> Endereço na Internet: <http://www.moztourism.gov.mz/projectos.htm> (sítio consultado em 12/12/2006).

**Tabela 2.4** Exemplo de locais favoráveis à prática de geoturismo em Moçambique.

<b>Província</b>	<b>Sítios favoráveis</b>
Maputo	- Diques de Estevel e da Moamba - Cascatas da Namaacha - Afloramento com fósseis de Amonites em Maúbo
Gaza	- Troncos silicificados de Massingir - Lagoas interiores
Inhambane	- Grutas de Vilanculos - Lagoas
Sofala	- Serra da Gorongosa - Cavernas do planalto de Cheringoma
Zambézia	- Nascentes termais de Morrumbala, Lugela e Gilé
Niassa	- Lago Niassa - Fósseis de troncos silicificados
Manica	- Monte Cabeça do Velho - Montanhas de Penhalonga - Pinturas Rupestres
Tete	- Barragem de Cahora Bassa - Monte Zumbo - Fósseis de troncos silificados
Cabo Delgado	- Quedas do rio Lúrio

### **Visão do geoturismo para o futuro**

Vários factores concorrem para que o turismo, e o geoturismo em particular, possam num futuro breve vir a contribuir para o desenvolvimento económico e social do País. Entre estes podem citar-se por exemplo:

- O Projecto de Desenvolvimento do Corredor de Maputo, que oferece grandes oportunidades para o aumento da capacidade de alojamento turístico, serviços similares e complementares.
- O Projecto Integrado do Vale do Zambeze, que conta com o elevado potencial turístico ao longo do rio Zambeze, na Reserva de Marromeu, na Reserva de Gilé e na Albufeira de Cahora Bassa.
- O desenvolvimento dos Corredores de Desenvolvimento de Nacala e de Mtwara, que oferecem oportunidades para a implantação de hotéis, restaurantes e de outros serviços de turismo.
- Programa de revitalização das áreas de conservação, de modo a criar oportunidades para o desenvolvimento de safaris nas zonas centro e norte do

país, com particular ênfase ao Parque Nacional de Gorongosa e zona norte da província de Cabo Delgado.

- A criação de mecanismos que facilitem a livre circulação de pessoas entre os países da região que aumentará ao fluxo turístico vindo dos outros países para Moçambique.
- A estabilidade política e militar e a existência de ligações aéreas regulares dentro do País, entre as capitais provinciais, e do País para o estrangeiro também favorecem o desenvolvimento do geoturismo em Moçambique.

O intercâmbio com os parceiros regionais, a diversificação das ligações espaciais, a adequação das respostas às exigências do mercado, o incentivo ao investimento, a preocupação crescente com as questões relacionadas com a conservação, a coordenação de políticas, de iniciativas e de recursos são aspectos que perspectivam um bom futuro para o turismo em Moçambique. Neste enquadramento, e tendo ainda em conta o interesse e empenho que se verifica a nível nacional em matéria de geoconservação, perspectiva-se uma evolução favorável para o geoturismo em Moçambique.

### **Quadro legal e institucional**

Os instrumentos legais que têm relação directa com o sector do turismo são:

- Lei do Turismo (2004)
- Política do Turismo e Estratégia da sua Implementação (2003)
- Política e Estratégia Nacional de Florestas e Fauna Bravia (1995)
- Lei de Florestas e Fauna Bravia (1999)
- Lei de Terras (1997)
- Programa Nacional de Gestão Ambiental (1995)
- Lei-quadro Ambiental (1997)
- Lei das Pescas (1990)
- Lei de Investimento (1993)

Para assegurar a coordenação efectiva e a integração de políticas sectoriais e dos planos relativos à gestão ambiental ao mais alto nível, foi criada em 1997, através da Lei do Ambiente, a Comissão Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (CONDES).

As acções ligadas a projectos e empreendimentos turísticos estão condicionadas pelo Regulamento de Avaliação dos Impactos Ambientais, segundo o qual todos os programas e projectos susceptíveis de afectar directa ou indirectamente áreas sensíveis, devem ser sujeitos a uma Avaliação dos Impactos Ambientais, incluindo as áreas de conservação e zonas de valor arqueológico, histórico e cultural.

A Lei de Investimento e a restante legislação que estabelecem benefícios fiscais, o repatriamento dos lucros e o emprego de estrangeiros são essenciais no contexto do quadro legal para o turismo.

A Lei do Turismo (Lei No. 4/2004 de 17 de Junho) procura actualizar os conceitos em vigor no sector e estabelecer princípios éticos para um desenvolvimento sã do turismo no país.

Para dinamizar o processo de desenvolvimento do turismo, foi criado em 2000 o Ministério do Turismo através do Decreto Presidencial No. 1/2000 de 17 de Janeiro. As suas atribuições e competências são (Decreto Presidencial No. 9/2000 de 23 de Maio): direcção, planificação e execução das políticas nas actividades turísticas, indústria hoteleira e similar e áreas de conservação para fins turísticos.

Em termos de instituições tuteladas pelo Ministério do Turismo existem:

- Fundo Nacional do Turismo (FUTUR) – fomenta o desenvolvimento do turismo através da promoção, assistência técnica e financeira aos operadores locais, formação e provisão de assistência aos empreendimentos de interesse turístico.
- Hotel Escola Andaluçia – forma pessoal para o ramo hoteleiro de nível básico nas áreas de recepção, cozinha e pastelaria, bar e andares.

#### **2.4.5 Geoconservação e Ensino em Moçambique**

Como foi referido anteriormente, em Moçambique, a população encontra-se ainda pouco esclarecida relativamente a temáticas relacionadas com a Geologia em geral, e sobre a geoconservação em particular. Esta realidade deve-se sobretudo ao facto de o Sistema Nacional de Educação nunca ter incluído com o devido grau de importância, temas relativos à Geologia nos programas curriculares de ensino.

Actualmente, a Geologia é leccionada somente na 10<sup>a</sup> classe, como um capítulo na disciplina de Geografia. No ensino Terciário, neste momento, apenas o Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), em Maputo, lecciona o curso de Geologia. A nível da UEM, os cursos de Agronomia e Engenharia Florestal, Geografia, Meteorologia e Engenharia Civil têm cadeiras de Geologia. A UEM integra ainda a Escola Superior de Ciências Marinhas e Oceanografia, onde está previsto leccionar-se um curso de Geologia Marinha, havendo, ainda, outros cursos com cadeiras de Geologia a funcionarem na mesma Escola.

O Instituto Superior Politécnico de Tete lecciona o curso de Engenharia de Minas, sendo a Geologia leccionada com esse enfoque. O curso médio de Geologia é leccionado pelo Instituto Médio de Geologia e Minas de Moatize, na província de Tete.

Embora a Geologia seja leccionada com maior ou menor ênfase em várias instituições, principalmente do ensino superior, as questões relativas à geoconservação não são abordadas.

Assim, como solução a curto prazo, devem ser promovidas acções de formação, destinadas aos docentes das instituições ligadas ao ensino das Geociências e aos professores de Ciências Naturais dos ensinos básico e secundário, em matérias de património geológico e geoconservação. Por outro lado, devem ser organizadas acções de divulgação nas escolas, através da realização de palestras, exposições, saídas de campo, visitas aos Museus de Geologia, instituições ligadas às Geociências, etc.

A longo prazo, há que trabalhar com o Ministério da Educação e Cultura, no sentido de se reformular e incluir conteúdos e matérias de Geociências no ensino primário e secundário.

Relativamente às acções de promoção das Geociências, a Associação Geológica Mineira de Moçambique (AGMM) está a trabalhar no lançamento do Ano Internacional do Planeta Terra, no âmbito do qual estão previstas várias actividades de carácter científico, educativo e de divulgação. Está previsto o lançamento de uma brochura sobre os sismos destinada ao público em geral, cuja edição é da responsabilidade do Ministério dos Recursos Minerais. Para o ano de 2008, está prevista a realização do segundo Seminário sobre Património Geológico e Geoconservação, na sequência de uma primeira edição realizada em Maputo no ano de 2005.

O Museu Nacional de Geologia tem em andamento um projecto denominado “Museu-Escola”, cuja finalidade é divulgar a geologia e os recursos minerais do país junto da população escolar.





## CAPÍTULO 3 – GEODIVERSIDADE EM MOÇAMBIQUE

Moçambique é um país com uma grande extensão geográfica (799.380 Km<sup>2</sup>) e caracteriza-se pela ocorrência de uma enorme geodiversidade da qual fazem parte todos os tipos genéticos de rochas, com idades que vão desde o Arcaico ao Quaternário, minerais (alguns deles raros), fósseis, lagos interiores, pântanos, zonas marinhas e continentais, vários tipos de clima (tropical, subtropical, de altitude, semidesértico) e por altitudes que vão de 0 a mais de 2.000 metros. Verifica-se ainda uma distribuição contrastada dos aspectos da geodiversidade entre as várias regiões do país. Por exemplo, nas regiões norte e centro as paisagens, os solos, as rochas, a cobertura vegetal, o padrão dos rios, etc., diferem dos que ocorrem na zona sul.

Apresenta-se neste capítulo uma breve síntese da geologia e evolução geodinâmica de Moçambique. São ainda referidos alguns processos e fenómenos naturais actuais, tais como erosão, cheias, ciclones e sismos. Por último apresenta-se uma panorâmica da diversidade de materiais e de recursos geológicos, bem como da diversidade fóssil.

### 3.1 Geologia de Moçambique

O continente africano em geral é composto por um conjunto de cratões e cinturões móveis de idade arcaica, unidos por cinturões dobrados alongados de idade proterozóico-câmbrica cobertos por sedimentos indeformados e rochas extrusivas associadas, de idades neoproterozóica, carbónica tardia a jurássica inicial e cretácico-quaternária (GTK Consortium, 2006a).

A geologia de Moçambique é caracterizada pela ocorrência de um soco cristalino com idade arcaica-câmbrica e por rochas com idade fanerozóica.

O soco cristalino é constituído por paragneisses supracrustais metamorfizados, granulitos e migmatitos, ortogneisses e rochas ígneas. Do ponto de vista geodinâmico, o soco cristalino de Moçambique é composto por três terrenos<sup>4</sup> diferentes, que colidiram e se juntaram durante o Ciclo Orogénico Pan-Africano. Anteriormente à união pan-africana, cada terreno possuía um desenvolvimento geodinâmico individual e

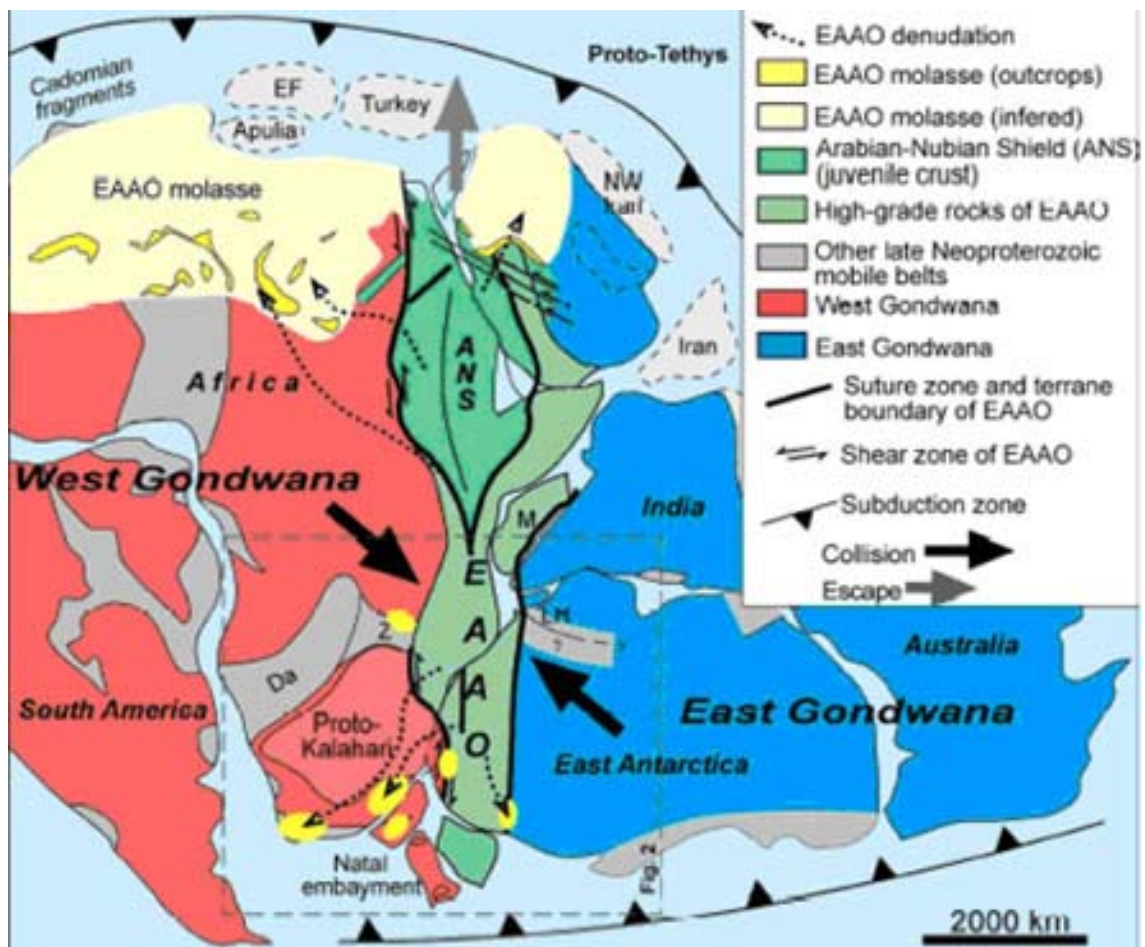
---

<sup>4</sup> O termo “terreno” é usado para indicar uma unidade tectónica de dimensão variável, ou seja, uma placa litosférica, um fragmento de placa ou, ainda, uma massa tectónica tal como uma *nappe*. Por outro lado, “terreno” constitui um termo genérico, grosseiramente comparável a “área” (GTK Consortium, 2006a).

específico. Na Notícia Explicativa da Carta Geológica de Moçambique volume 4, estes terrenos são designados provisoriamente por Terreno do Gondwana Este, Terreno do Gondwana Oeste e Terreno do Gondwana Sul (GTK Consortium, 2006a; Fig. 3.1).

O Terreno do Gondwana Sul abarca o Cratão do Zimbabwe (Fig. 3.2) e um conjunto de unidades tectono- ou lito-estratigráficas nos cinturões dobrados proterozóicos que foram carreados ou depositados no topo das margens norte e leste do Cratão. A sua fronteira setentrional corresponde ao Cinturão pan-africano de Damariano-Lufiliano-Zambeze e, parcialmente, à Zona de Cisalhamento de Sanângoè.

O Terreno do Gondwana Oeste engloba o Cratão do Congo/Tanzânia ou da África Central e um conjunto de unidades tectono- ou lito-estratigráficas nos cinturões dobrados do Proterozóico que foram carreados ou depositados sobre as margens sul e oriental do Cratão. Na vizinha Tanzânia, a frente de carregamento do Cinturão de Moçambique, com vergência para oeste, marca a fronteira entre os Terrenos do Gondwana Oeste e Gondwana Este.



**Fig. 3.1** Reconstrução do Gondwana. ANS: Escudo Arábico-Nubiano; EAAO: Orógeno Este Africano-Antártida; M: Madagáscar; Da: Damariano; Z: Cinturão do Zambeze. Fonte: GTK Consortium, 2006b.

Mais para sul, em Moçambique, esta sutura não está bem definida, mas no Bloco de Tete-Chipata (um pequeno fragmento tectónico rodeado pela Zona de Cisalhamento de Sanângoè e pelo Deslocamento de Mwembeshi), esta sutura corresponde supostamente ao contacto entre o domínio maior orientado WSW-ENE e o Grupo da Angónia orientado NW-SE. Com a mesma orientação anterior, a *Suite* de Furuncungo representa supostamente o muro da massa carreada da Angónia, mas pertence ao Terreno do Gondwana Oeste.

O Terreno do Gondwana Este na Tanzânia abarca o soco cristalino (Granulitos Orientais), a leste da sutura pan-africana. Mais para sul compreende rochas no Malawi e na parte norte de Moçambique (GTK Consortium, 2006a).

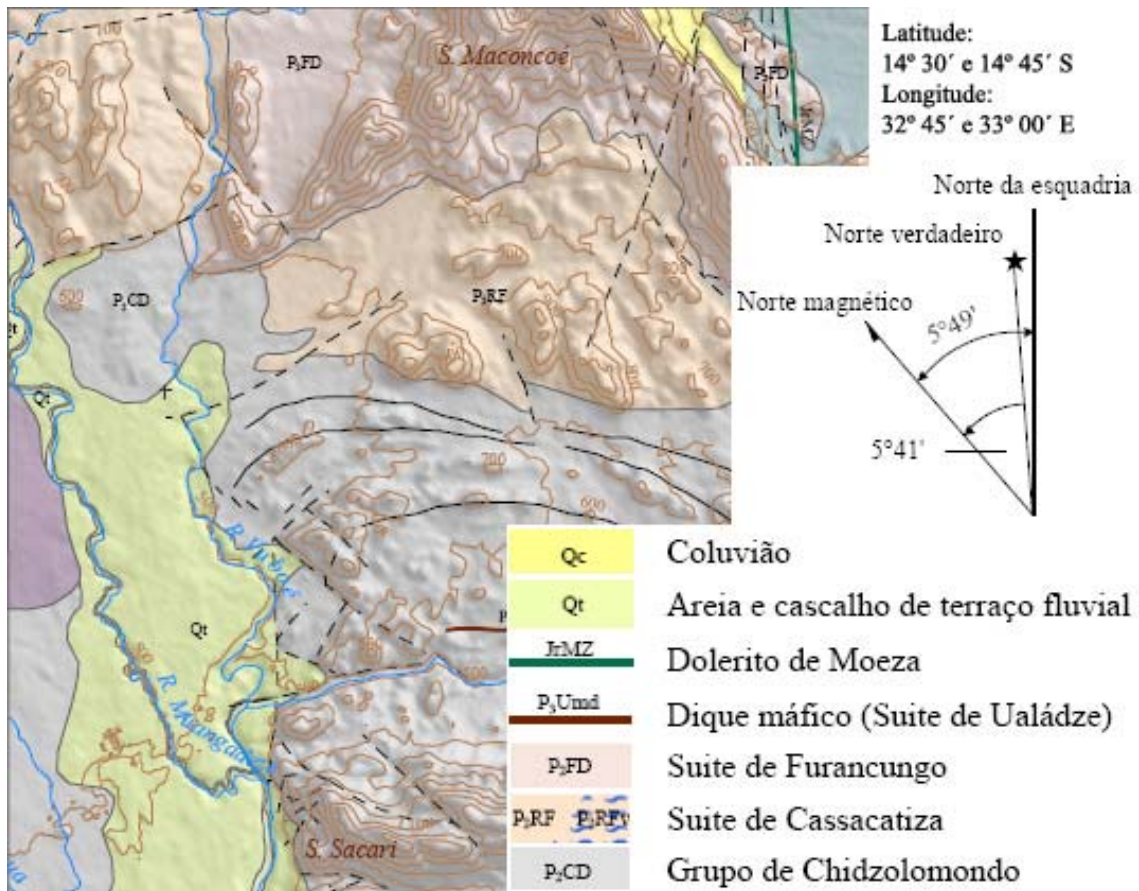


**Fig. 3.2** Mapa simplificado do Cratão do Zimbabwe, ilustrando as principais unidades tectono-estratigráficas (adaptado de GTK Consortium, 2006b).

### 3.1.1 Terreno do Gondwana Oeste

O soco cristalino do Terreno do Gondwana Oeste compreende rochas ígneas e rochas supracrustais metamorizadas. As últimas incluem o Grupo de Chidzolomondo (Fig. 3.3), o Supergrupo de Zâmbuè (1200 – 1300 Ma), o Supergrupo do Fíngoè (1327 ± 16 Ma, Fig. 3.4), o Grupo de Mualádzi, o Grupo de Cazula (1041 ± 4 Ma) e os ortognaisses e paragnaisses do Rio Messuze.

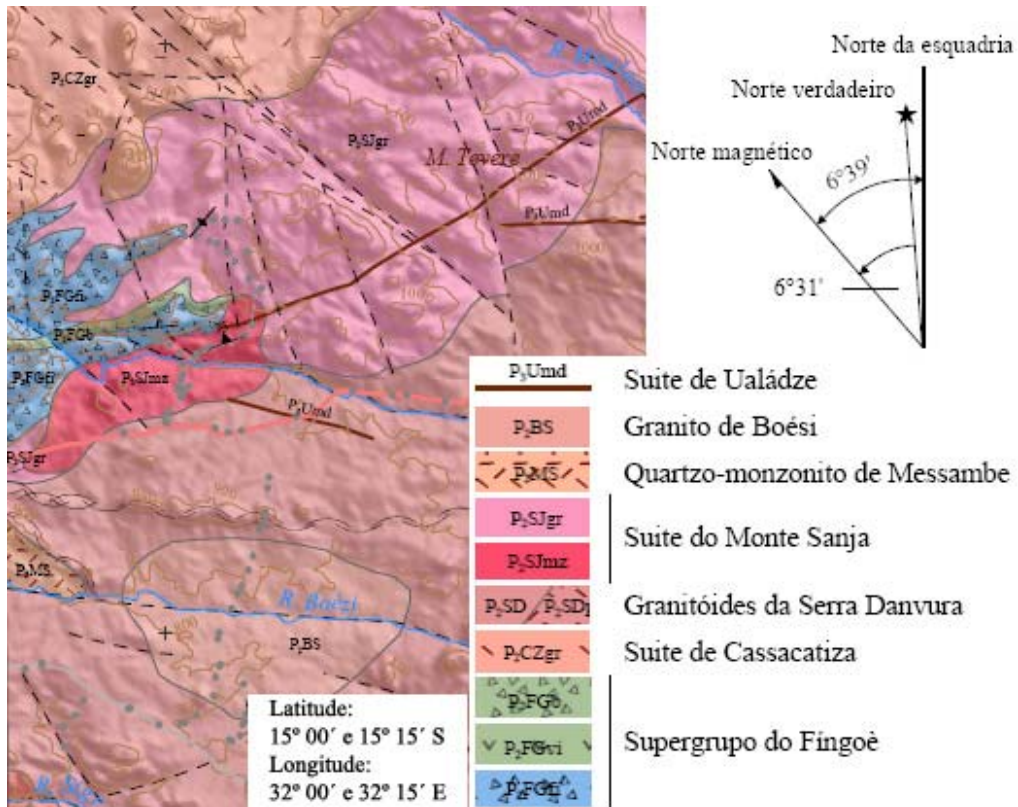
Fazem também parte do Terreno do Gondwana Oeste, granitóides denominados por Suites Intrusivas Irumides como, por exemplo, o Granito da Serra Chiúta (idade superior a 1021 Ma, Fig. 3.5), o Granito do Rio Capoché (1201 Ma), a Suite de Cassacatiza (1077 ± 2 Ma), a Suite de Tete (1047 ± 29 Ma, Fig. 3.6), a Suite de Furancungo (1041 ± 4 Ma) e muitas outras.



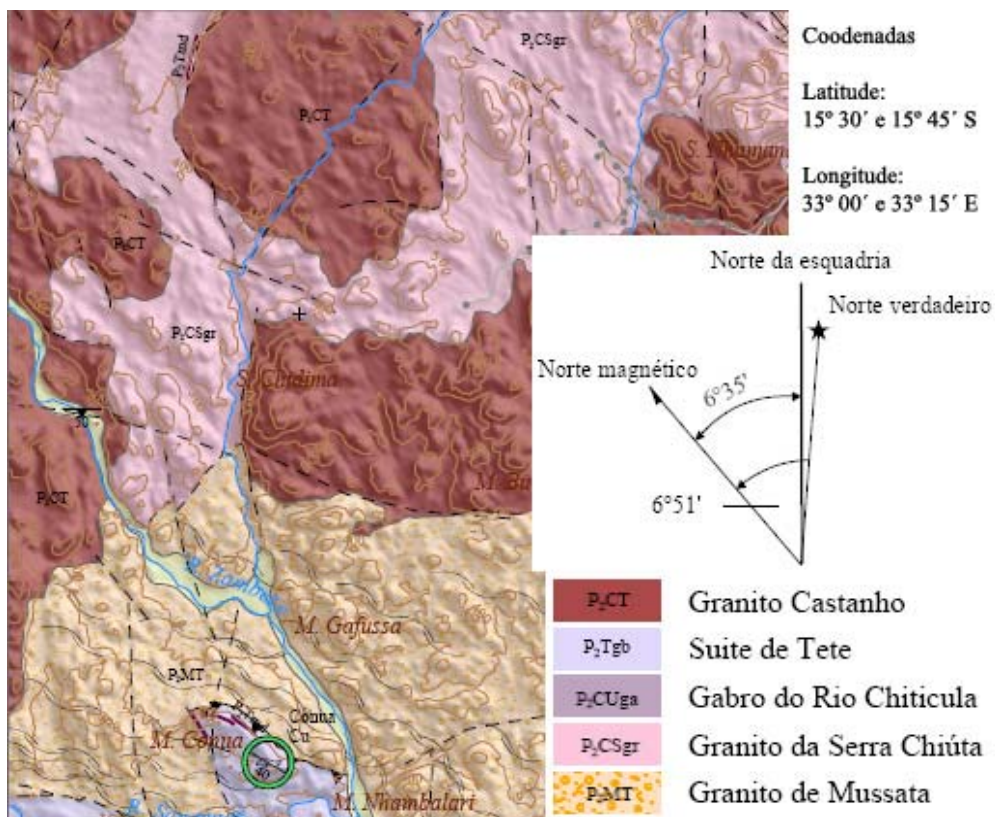
**Fig. 3.3** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1432 (Chifunde). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.

As rochas intrusivas do Pan-Africano Inicial no Bloco de Tete-Chipata do Terreno do Gondwana Oeste incluem rochas intermédias a félsicas da *Suite* de Matunda (528 ± 4 Ma, Fig. 3.7), da *Suite* (ultra)máfica do Atchiza (864 ± 30 Ma), da *Suite* máfica de Ualádze, o Leucogranito de Cassenda e o Granito do Monte Inchinga. Vários granitos de idade pan-africana superior e de idade pós-pan-africana também se instalaram no soco precâmbrico mais antigo, dos quais a *suite* de Sinda (502 ± 8 Ma) é o maior de todos eles. *Stocks* de dimensões menores pertencentes ao Granito de Macanga (470 ± 14 Ma) intruem o Grupo de Chidzolomondo, perto da confluência dos rios Luângua e Luia (GTK Consortium, 2006a).

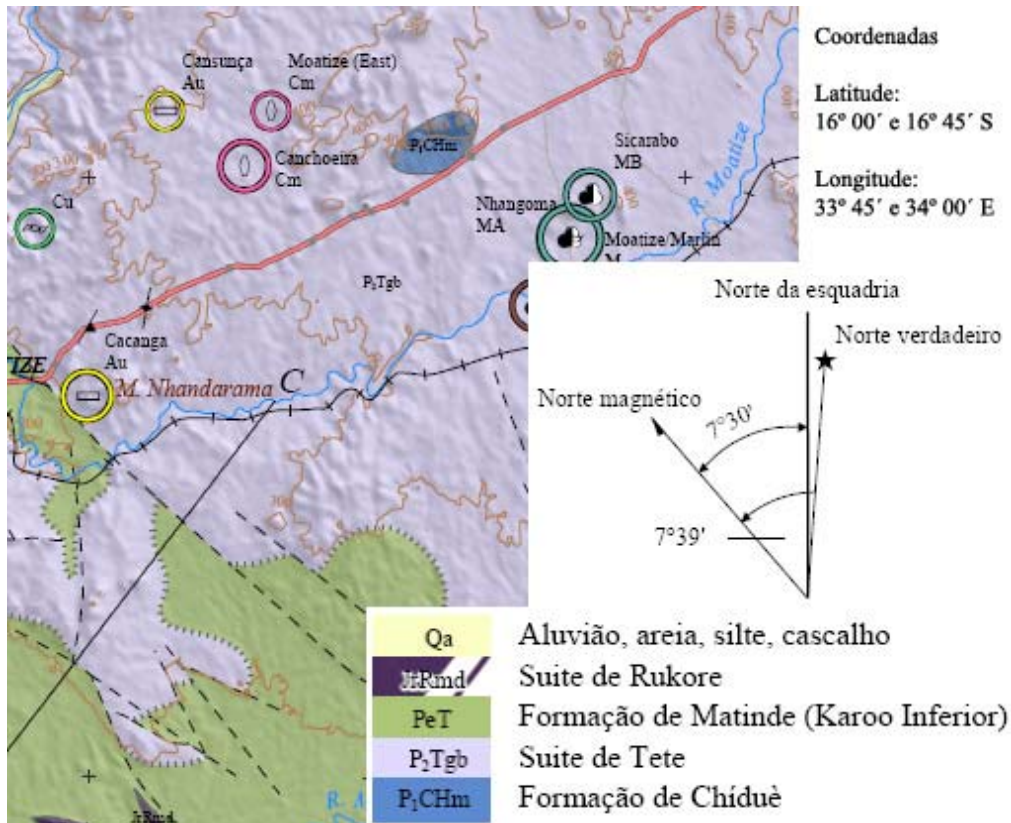




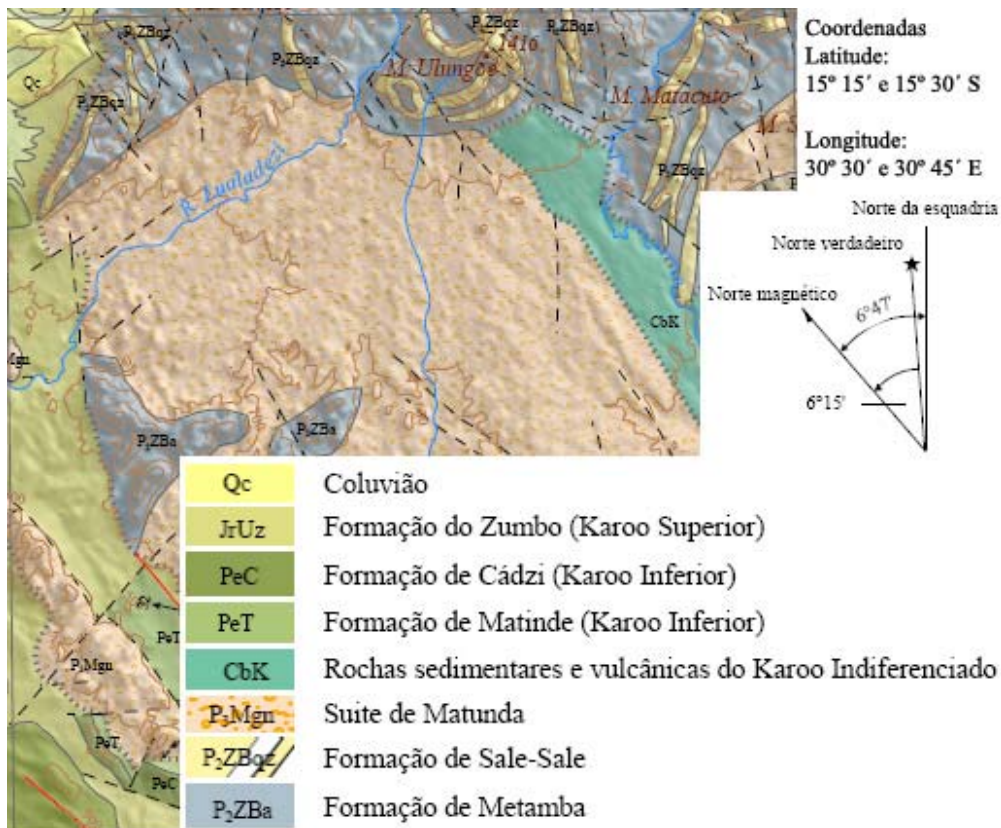
**Fig. 3.4** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1532 (Songo). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.



**Fig. 3.5** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1:250 000, Folha No. 1533/1534 (Cazula-Zóbuè). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.



**Fig. 3.6** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1633 (Tete). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.



**Fig. 3.7** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1530/1531 (Zumbo/Fíngoè-Mágoè). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.

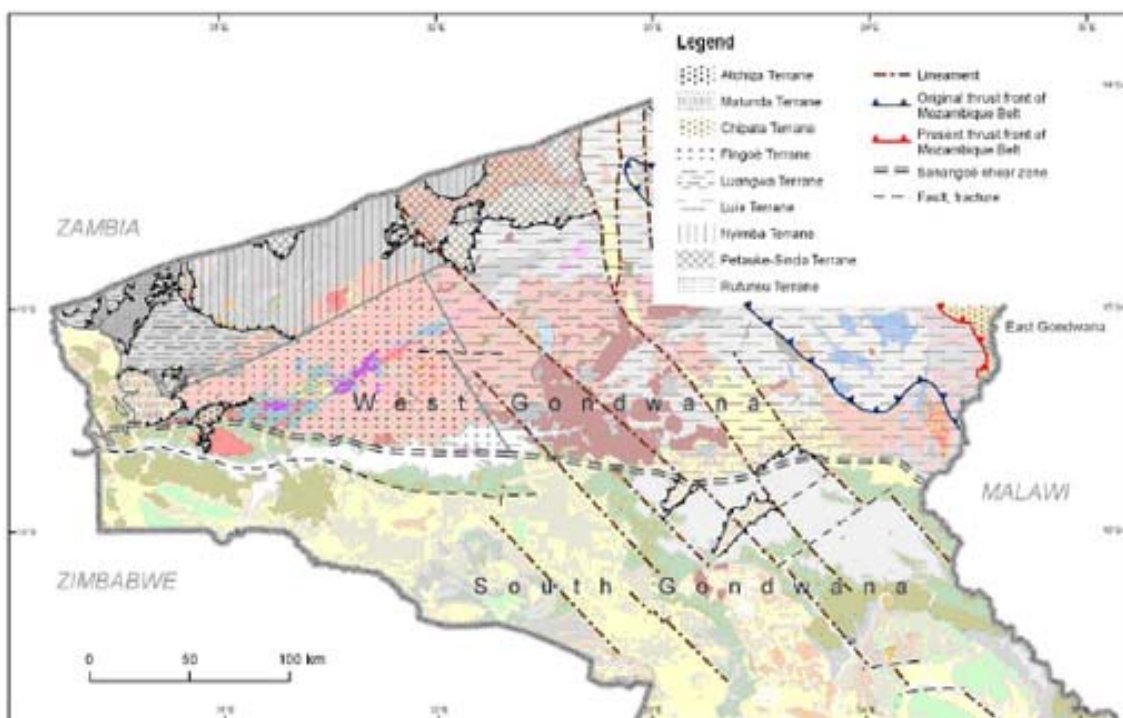


### 3.1.2 Terreno do Gondwana Sul

O Terreno do Gondwana Sul é composto por um núcleo arcaico, sedimentos de plataforma proterozóicos e cinturões dobrados proterozóicos (GTK Consortium, 2006b).

Em Moçambique, na província de Tete, a Zona de Cisalhamento de Sanângoè (ZCS) constitui a fronteira entre os Terrenos do Gondwana Oeste e Sul (Fig. 3.8). As duas janelas erosionais que formam grandes aprisionamentos na *Suite* de Tete compreendem a janela ocidental do soco, conhecida como o Domo do Rio Chacocoma e uma janela oriental, conhecida como o Domo do Rio Mazoe. Estando localizados a sul da Zona de Cisalhamento de Sanângoè, ambos os domos pertencem ao Terreno do Gondwana Sul (Fig. 3.8). As litologias dos domos são atribuídas ao Granito de Chacocoma e à Formação de Chíduè (GTK Consortium, 2006a).

Na província de Manica ocorrem rochas proterozóicas que podem ser divididas em três categorias, nomeadamente: (1) sedimentos autóctones e vulcanitos do Grupo mesoproterozóico de Umkondo (~ 1102 Ma); (2) metassedimentos para-autóctones do Grupo de Gairezi; e (3) metassedimentos alóctones do Complexo mesoproterozóico do Bárúè (GTK Consortium, 2006b, Fig. 3.9).

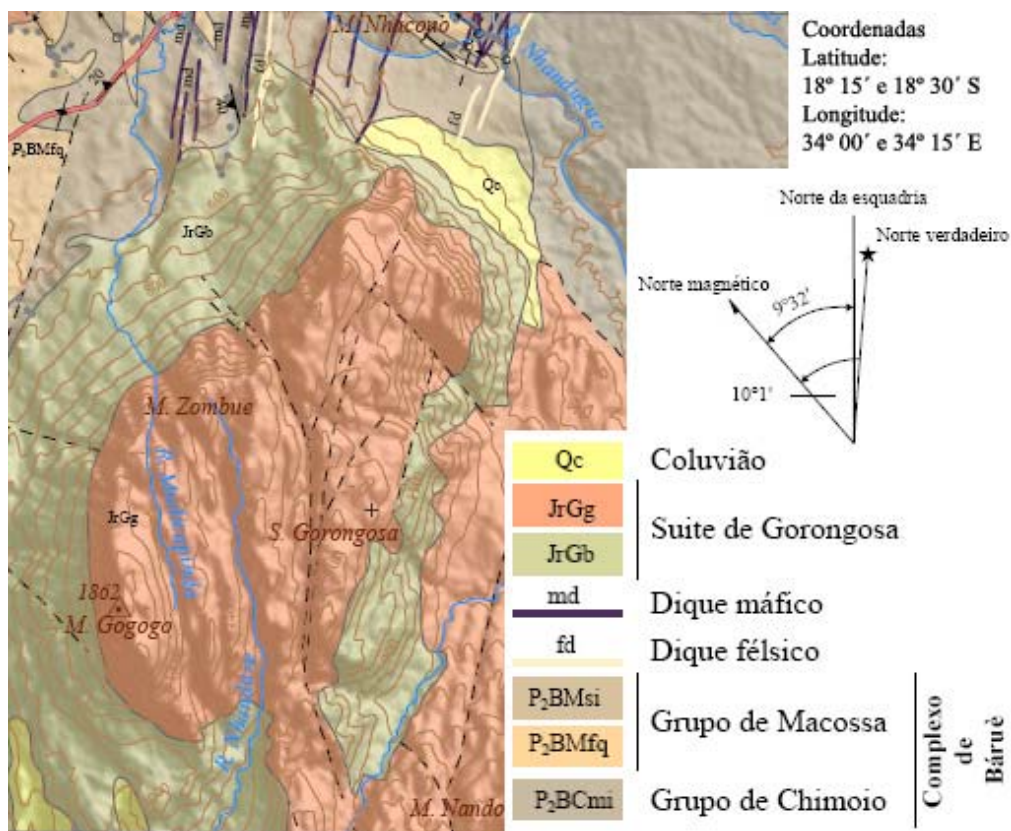


**Fig. 3.8** Terrenos do Gondwana Este, Oeste e Sul na província de nortenha de Tete (GTK Consortium, 2006a).

Na mesma província também ocorrem rochas arcaicas pertencentes ao Complexo de Mudzi ( $2713 \pm 22$  Ma), que corresponde à parte norte da margem oriental do Cratão do Zimbabwe e ao Complexo de Mavonde, que é a parte sul do mesmo cratão.

As rochas supracrustais do Cinturão de rochas verdes de Mutare-Manica são atribuídas ao Grupo de Manica (2650 Ma). As rochas félsicas mais antigas que  $\sim 2.64$  Ga são atribuídas aos “Granitos Mais Antigos ( $2907 \pm 16$  Ma)” (GTK Consortium, 2006c).

Os cinturões de dobramentos proterozóicos, que ocorrem ao longo das margens norte e leste do Cratão do Zimbabwe, estendem-se a Moçambique. O Cinturão do Zambeze, de direcção E-W, parte do cinturão continental Damariano-Lufiliano-Zambeze, flanqueia o Cratão do Zimbabwe a norte. Este cinturão orogénico abarca uma pilha de massas de carreamento ou *nappes*, que incluem componentes arcaicos ( $> 2.5$  Ga), mesoproterozóicos ( $\sim 1.0 - 1.4$  Ga) e neoproterozóicos ( $0.8 - 0.5$  Ga).



**Fig. 3.9** Extracto da Carta Geológica de Moçambique 1: 250 000, Folha No. 1834 (Gorongosa). Fonte: Direcção Nacional de Geologia.

O Cinturão do Zambeze meridional é composto por duas *nappes*, nomeadamente o Terreno Alóctone do Zambeze (Complexo de Mavuradonha e Complexo de Masoso) e o Terreno Gnaissico Marginal (Grupo de Rushinga ~ 2.0 Ga).

A margem leste do Cratão de Kalahari é parte do Cinturão de Moçambique, com direcção N-S e compreende o Grupo de Gairezi ( $2041 \pm 15$  Ma), o Complexo de Bárue e a *Suite* de Guro, com  $867 \pm 15$  Ma (GTK Consortium, 2006c).

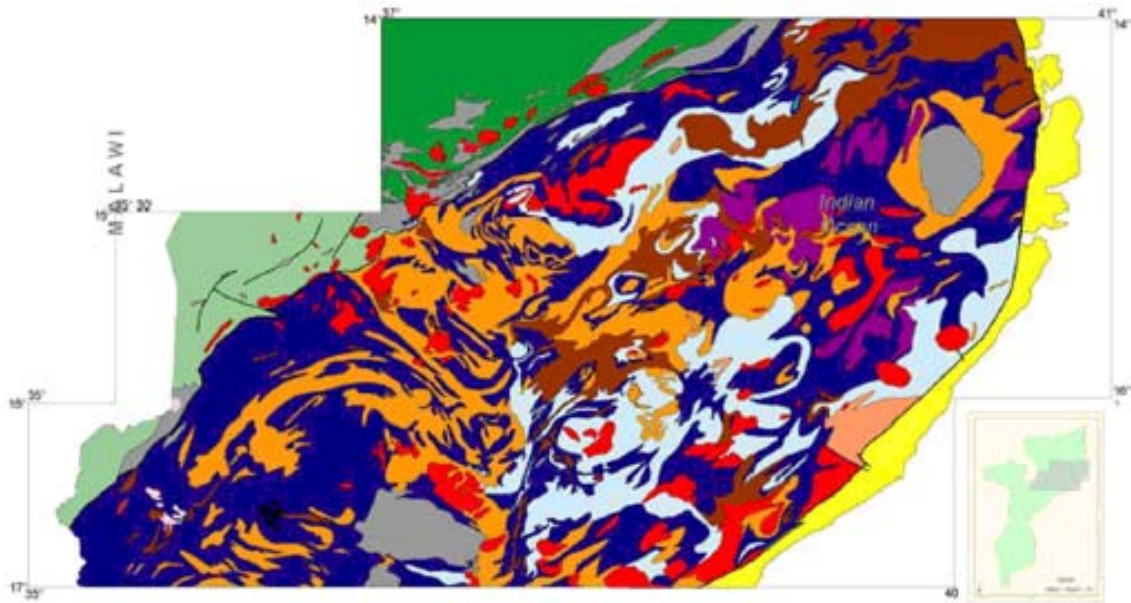
A geologia do norte de Moçambique pode ser subdividida em: (1) domínio estrutural da Faixa de Empurrão do Lúrio, (2) a própria Faixa de Empurrão do Lúrio e (3) domínio estrutural sul da Faixa de Empurrão do Lúrio, isto é, a sub-Província de Nampula (Fig. 3.10).

Na zona norte de Moçambique, podem ser identificadas as seguintes unidades tectono-estratigráficas (Fig. 3.11):

- O Complexo da Ponta Messuli, que é um fragmento de soco paleoproterozóico ( $1954 \pm 15$  Ma), constituindo a parte norte-noroeste do soco cristalino do norte de Moçambique;
- O Grupo de Txitonga, de baixo grau e de idade desconhecida, sobrejacente no complexo acima referido;
- O soco cristalino a sul do *Graben* de Maniamba, de idade do Karoo, e ao norte da Faixa do Lúrio, predominantemente composto por gnaisses mesoproterozóicos (1110 a 990 Ma), que fazem parte (de leste para oeste) dos Complexos de Unango e de Marrupa, e por *nappes* pan-africanas, compreendendo (de leste para oeste) os Complexos de M'Sawise, Muaquia, Xixano, Nairoto, Montepuez, Lalamo e Meluco (GTK Consortium, 2006d; Bingen *et al.*, 2007).

A Faixa de Empurrão do Lúrio, de orientação WSW-ENE, separa o domínio estrutural norte do bloco do soco cristalino sul da sub-Província de Nampula. Em termos litológicos, a Faixa de Empurrão do Lúrio pode ser considerada como uma *melange* tectónica, incluindo granulitos e gnaisses cisalhados, incorporados no Complexo de Ocua e metassedimentos do Complexo de Montepuez (GTK Consortium, 2006d).

O soco cristalino da parte sul da sub-Província de Nampula, a sul da Faixa do Lúrio, compreende o Complexo de Nampula e os *Klippens* de Monapo e de Mugeba (735 a 550 Ma), supostamente relacionados com a Faixa do Lúrio.



**Fig. 3.10** Geologia simplificada da sub-Província de Nampula. Azul-escuro: Complexo de Mocuba; Azul-claro: Gnaisses de Mamala; Púrpura: Gnaisses de Rapala; Castanho-escuro: Complexos de Molócuè e de Mecubúri; Castanho-claro: *Suite* de Culicui; Preto: Complexo do Alto-Benfica; Cinzento: Complexo de Ocua (incluindo os *Klippen* de Monapo e Mugeba); Verde-claro: sub-Província de Unango; Verde-escuro: sub-Província de Marrupa; Vermelho: *Suites* de Murrupula e de Malema (GTK Consortium, 2006d; Macey *et al.*, 2006).

As rochas do Complexo de Nampula compreendem orto e paragneisses mesoproterozóicos (1125-1075 Ma) pertencentes à *Suite* de Mocuba, Grupo de Molócuè (> 1125 Ma), *Suite* de Culicui (1075 Ma) e o Grupo do Alto Benfica, intruídas por granitóides câmbrios e ordovícicos pan-africanos (530-450 Ma) pertencentes à *Suite* de Murrupula e de Malema, e por pegmatitos (480-430 Ma) (GTK Consortium, 2006d).

### 3.1.3 Terreno do Gondwana Este

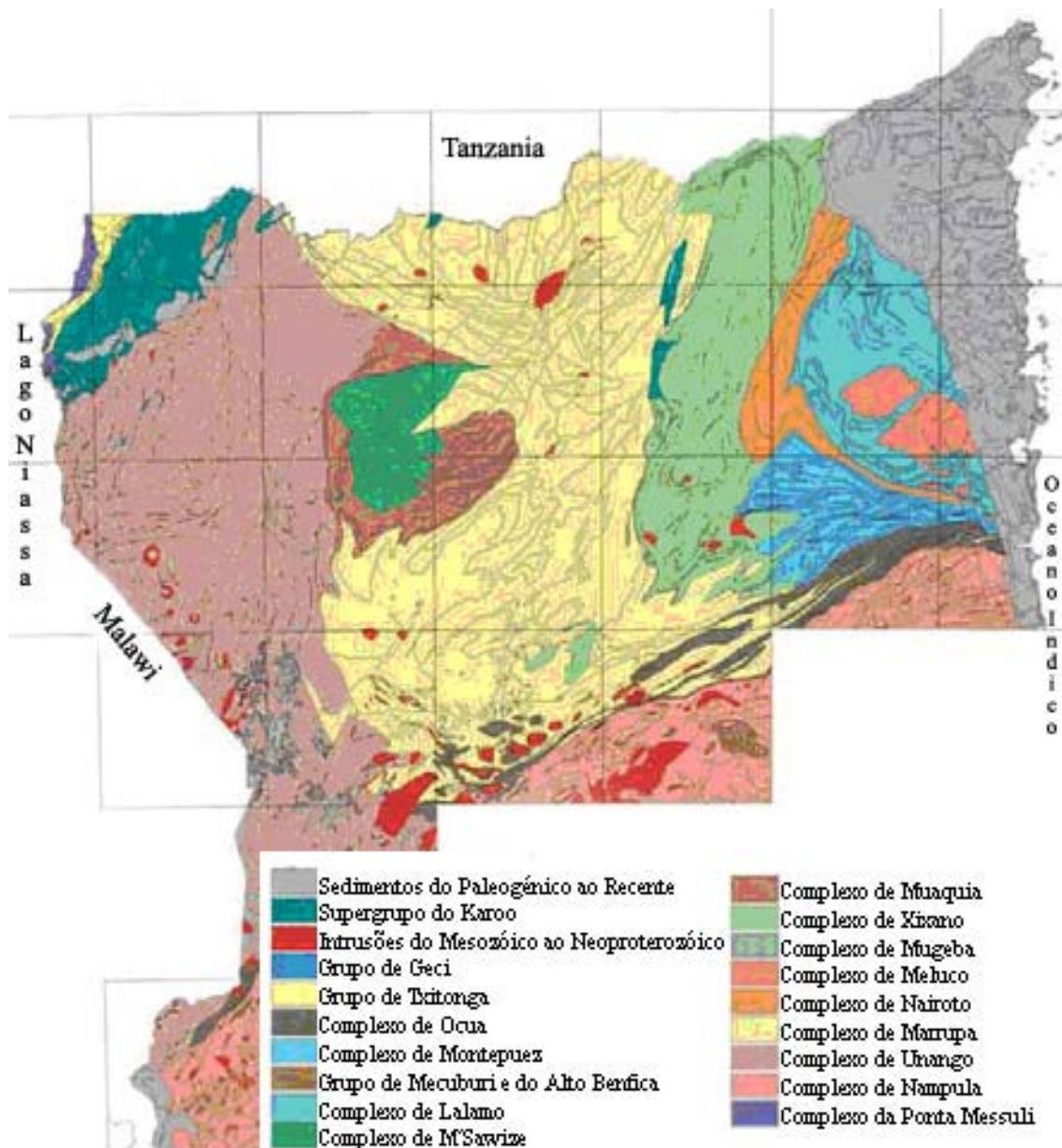
O terreno do Gondwana Este na província de Tete é composto por gnaisses mesoproterozóicos pertencentes ao Grupo da Angónia e pela *Suite* de Ulonguè, composta por rochas plutónicas neoproterozóicas (GTK Consortium, 2006a).

### 3.1.4 Cobertura fanerozóica

A cobertura do Fanerozóico em Moçambique engloba em geral todas as litologias depositadas posteriormente ao Ciclo Orogénico Pan-Africano. Estas são geralmente sedimentos (sub-)horizontais continentais a marinhos e rochas (sub-)



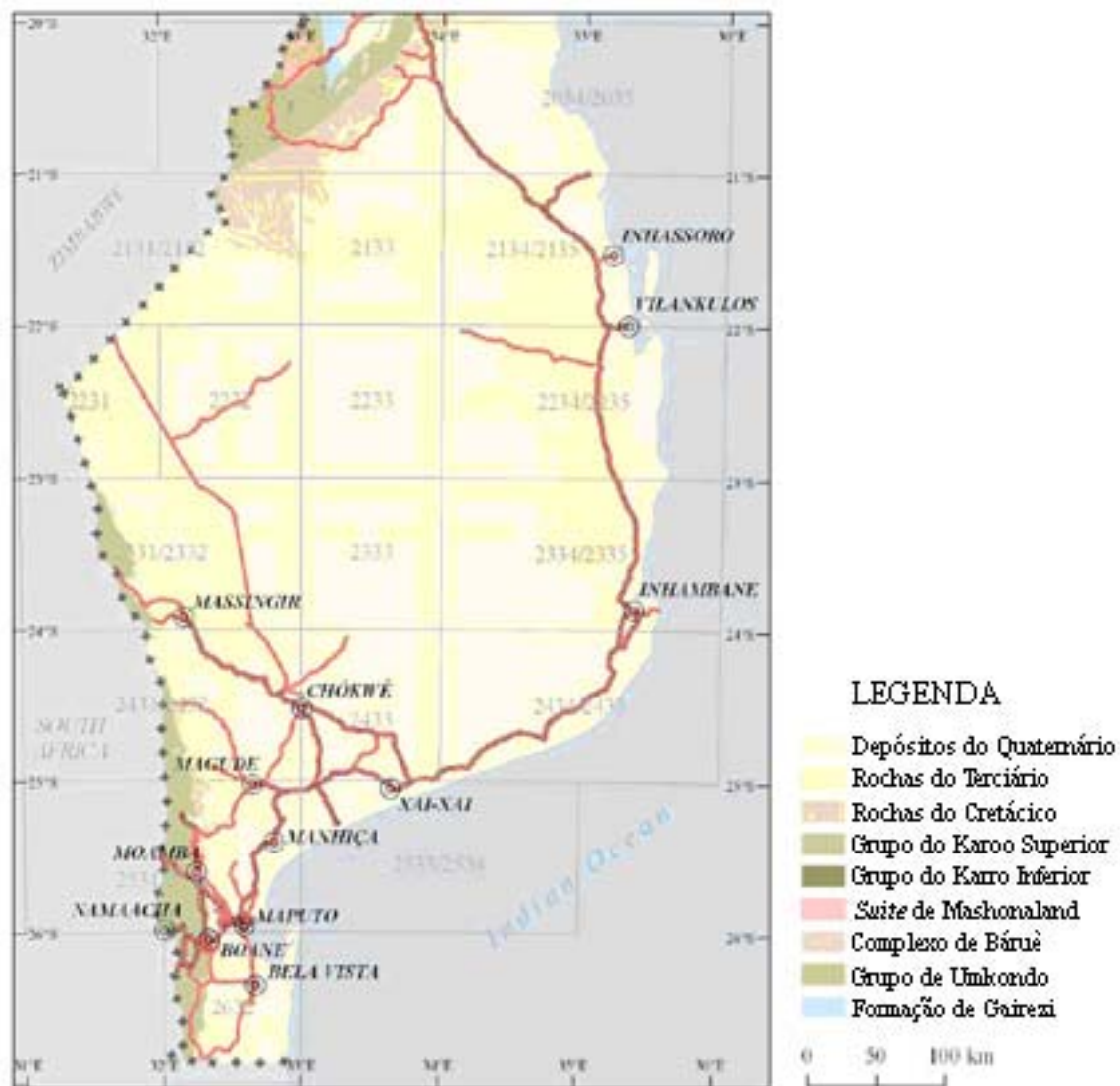
vulcânicas associadas. A cobertura fanerozóica divide-se (das formações mais antigas às mais recentes) em Supergrupo do Karoo e sequências depositadas durante o desenvolvimento do Sistema do Rife da África Oriental (Fig.3.12). O Supergrupo do Karoo, depositado durante o evento do Karoo, anuncia a separação abortada do Gondwana e pode ser dividido nos Grupos do Karoo Inferior e do Karoo Superior (GTK Consortium, 2006b; Fig. 3.12).



**Fig. 3.11** Principais unidades geológicas do nordeste de Moçambique (Bingen *et al.*, 2007).

As sequências do Rife Este-Africano compreendem uma associação de sedimentos e de rochas (sub-)vulcânicas associadas, que podem estar relacionadas com o *rifting*, deriva e dispersão do Gondwana.

As rochas do Karoo em Moçambique ocorrem em várias estruturas de rifte do tipo *graben*. Estas constituem (de norte a sul) o *Graben* de Metangula (Província de Niassa), a Bacia do Rovuma (Província de Cabo Delgado) e o *Graben* do Médio Zambeze (Província de Tete) (Fig. 3.13). Mais para sul de Moçambique, o Karoo é representado por vulcanitos básicos e ácidos dos estreitos monoclinais de Nuanétzi-Save com direcção ENE-WSW a NE-SW, dos Libombos com direcção N-S a NNW-SSE e pelo cortejo filoneano de Okavango, orientado WNW-ESW, todos pertencentes ao Karoo Superior. O *Graben* do Médio Zambeze (orientado E-W, Fig. 3.13), devido à sobreposição da tectónica extensiva do Cretácico, pode ser dividido nos *grabens* do Luia e de Moatize, com orientação NW-SE (GTK Consortium, 2006a).



**Fig. 3.12** Distribuição do Karoo Superior e Inferior e seqüências depositadas durante o desenvolvimento do Sistema do Rifte da África Oriental (GTK Consortium, 2006b).

A deposição dos sedimentos do Karoo Inferior teve início no período da glaciação de idade correspondente ao Dwyka (Carbónico Superior) e termina no Pérmico. Em Moçambique, os afloramentos do Karoo Inferior são representados pela Formação do Vúzi. A Formação de Moatize, muito importante em termos económicos, foi depositada durante o Pérmico Inferior com espessas camadas de carvão locais.

O Karoo Inferior termina com a deposição de sedimentos da Formação de Matinde durante o Pérmico Médio a Superior. A Formação de Cádzi abrange o limite entre os Grupos do Karoo Inferior e Superior (GTK Consortium, 2006a).

O Karoo Superior compreende formações compostas principalmente por sedimentos terrestres juntamente com rochas (sub-)vulcânicas inter-estratificadas ou intrusivas do Triássico Inferior a Jurássico Inferior. Na província de Tete, elas estão restritas aos pórfiros e felsitos de Búnguè, e a basaltos, riolitos e diques máficos espalhados na área. As rochas ígneas são atribuídas principalmente à *Suite* de Rukore (180 – 190 Ma), contemporânea e possivelmente relacionada com a *Suite* da Gorongosa e com os vulcanitos do Monoclinal dos Libombos (GTK Consortium, 2006a). Na província da Zambézia as litologias do Karoo Superior ocorrem na Formação (Basáltica) de Chueza (GTK Consortium, 2006d).

O Supergrupo do Karoo (Carbónico Superior a Jurássico Inferior), manifestando uma fase de *rifting* abortado, após um intervalo de ~ 40 Ma, é seguido por um período de rifte continental, deriva e dispersão do Gondwana. Esta fase é contemporânea com o desenvolvimento do Sistema do Rifte Este-Africano que teve início no Cretácico. Na zona central e sul de Moçambique, este processo deu início ao surgimento do Rifte de Luia e ao *Graben* do Baixo-Zambeze e ao desenvolvimento da bacia de Moçambique, cuja base compreende rochas vulcânicas do Karoo Superior cobertas por sucessões sedimentares do Cretácico Médio e mais jovens, porém com um hiato de ~ 40 Ma entre estes (GTK Consortium, 2006c, Fig. 3.13). Estas sucessões incluem uma série de sequências de plataforma rasa e de águas mais profundas, restritas a várias estruturas de rifte e rochas (sub-)vulcânicas associadas.

Seis sequências deposicionais maiores, de idade cretácico-terciária, podem ser reconhecidas e incorporadas no esquema estratigráfico para toda a bacia.

A primeira sequência representa a deposição de idade jurássica superior-cretácica inferior do Grupo da Lupata no norte e a colocação contemporânea de rochas vulcânicas da Província Alcalina de Chirua, com descontinuidades no Neocomiano (do Berriasiano ao Barremiano) e no Aptiano.



A segunda sequência representa a deposição durante o Cretácico Médio a Superior, das Formações de Sena e de Domo e descontinuidade intra-senoniana a nível de toda a bacia.

A terceira sequência testemunha a deposição durante o Cretácico Superior até ao Paleocénico, da parte basal da Formação de Grudja, separada da parte superior da mesma formação e de Mágoè por uma descontinuidade e hiato do Paleocénico Inferior.

A zona centro de Moçambique também é caracterizada pela ocorrência de carbonatitos, rochas alcalinas e metassomáticas associadas, particularmente próximo do vizinho Malawi, representadas pelas chaminés vulcânicas carbonatíticas do Monte Salambídua, Monte Lupata, Monte Muambe, Monte Chandava, Monte Cangombe, Cone Negose, entre outros.

A quarta sequência representa uma deposição eocénica da Formação de Cheringoma sobre a descontinuidade do Eocénico Inferior e sob as descontinuidades intra e tardi-oligocénicas.

A quinta sequência deposicional representa uma deposição durante o Paleocénico-Pliocénico, das Formações de Mangulane, Tembe, Inhaminga, Maputo, Boane e Salamanga e do “Complexo Deltaico do Zambeze” a leste, com produtos de erosão e de reposição distribuídos por toda a parte.

A sexta sequência é composta por depósitos quaternários subdivididos em depósitos pleistocénicos, como por exemplo as dunas interiores, grés costeiros, terraços fluviais e depósitos coluviais e depósitos holocénicos, como por exemplo os depósitos de planície de inundação (eluviões) de composi o areno-argilosa e argilo-arenosa ou com composi o argilosa, as dunas costeiras e depósitos aluvionares (GTK Consortium, 2006b, 2006c e 2006d). Apesar de estes depósitos quaternários formarem geralmente apenas uma camada de cobertura fina, ocupam cerca de 90% da superfície de terreno da zona sul de Moçambique e da orla marítima.

As mudanças de fácies registam geralmente uma transi o, em direc o a leste, de depósitos terrestres, par licos e marinhos de pouca profundidade, e de depósitos marinhos t picos e espessos (GTK Consortium, 2006b).

Rochas sedimentares cretácico-terciárias foram expostas   erosão durante o Cenozóico Superior, o que faz com que as épocas do Pliocénico, Pleistoc nico e Holoc nico consistem essencialmente de produtos de altera o retrabalhados e desagregados. Embora o Pleistoc nico consista principalmente de areias de dunas



Os maiores afloramentos de rochas quaternárias ocorrem no rifte do Zambeze, onde cobrem rochas pertencentes ao Supergrupo do Karoo e à Formação do Mágoè do Cretácico, principalmente a norte da vila do Zumbo, a sul da Albufeira de Cahora Bassa e na extensão oriental do vale do Zambeze em direcção ao Malawi. Também ocorrem sedimentos quaternários nas estruturas de rifte isoladas de Mucangádzi e Candere, do *Graben* de Metendeze-Lumázi e do rifte de N´Condédzi-Messambedeze (GTK Consortium, 2006a).

Estas sequências deposicionais são separadas umas das outras por descontinuidades angulares e períodos de não deposição ou erosão devido a ciclos de transgressão-regressão, resultantes da interacção entre episódicas flutuações eustáticas do nível do mar, subsidência da bacia e soerguimento continental (GTK Consortium, 2006c).

### **3.2 Evolução geodinâmica**

Na zona noroeste de Moçambique, concretamente na província de Tete, a fronteira entre os terrenos do Gondwana Este e Oeste é formada pela frente de carreamento da Angónia, a qual possui vergência para oeste e ligeira inclinação para leste (GTK Consortium, 2006a; Fig. 3.8).

No norte de Moçambique, o limite entre o Complexo paleoproterozóico da Ponta Messuli ( $1954 \pm 15$  Ma) e o resto do soco cristalino mesoproterozóico pode ser visto como sendo o limite entre o Gondwana Oeste e o Gondwana Leste. O soco cristalino mesoproterozóico do norte de Moçambique continua ao norte até aos “Granulitos Orientais” da Tanzânia (GTK Consortium, 2006d).

A Zona de Cisalhamento de Sanângoè constitui a fronteira entre os terrenos do Gondwana Oeste e Sul (Fig. 3.8). A sutura real encontra-se oculta algures sobre as rochas de cobertura pertencentes ao rifte do Médio Zambeze.

No período paleoproterozóico, ocorreu uma extensão ao longo da margem leste do Cratão do Zimbabwe, responsável pela deposição das sucessões dos Grupos de Gairezi e Rushinga, datadas de 2.04 Ga (GTK Consortium, 2006c).

Com o fim do Ciclo Orogénico Eburniano (Ubendiano/Usagariano) no período compreendido entre  $\sim 2.0 - 1.8$  Ga, ocorreu a cratonização da margem meridional do Cratão da África Central.

No período pós-Eburniano/pré-Grenvilliano verificou-se o *rifting*/deriva/dispersão com uma deposição na garganta irumide inicial (~ 1880 Ma) e na garganta kibariana entre 1.35 e 1.25 Ga. Idades semelhantes são conhecidas para o Bloco de Tete-Chipata, o Ofiolito de Chewore ( $1393 \pm 22$  Ma) e alguns ortognaisses no segmento do Zambeze do Cinturão Damariano-Lufiliano-Zambeze apresentando idades comparáveis ( $1352 \pm 14$  Ma). Em Moçambique, as rochas contemporâneas ao evento acima referido ocorrem no soco cristalino da província de Tete e incluem as rochas supracrustais de Zâmbuè (1.3 – 1.2 Ga) e as rochas meta-vulcânicas do Supergrupo do Fíngoè ( $1327 \pm 16$  Ma).

O período Proterozóico-Ordovícico foi caracterizado por uma sucessão de eventos compressivos e distensivos, que afectaram as placas litosféricas e resultaram na formação de supercontinentes, seguida pela sua separação, migração e dispersão (GTK Consortium, 2006c).

Durante o Ciclo Orogénico Grenvilliano (~ 1.1 a 1.0 Ga) ocorreu a colisão e encosto da margem continental meridional do Cratão da África Central ao Bloco de Tete-Chipata aos  $1046 \pm 3$  Ma, dando origem ao Supercontinente Rodinia. No norte de Moçambique, ocorreu um evento dinamo-termal entre 1117 – 1095 Ma na sub-Província de Nampula, manifestado pela deformação  $S_1$  na *Suite* de Mocuba (GTK Consortium, 2006d).

Após a união do arco-de-ilha e da margem continental, o adelgaçamento crustal ou colapso orogénico deu origem a uma fase de magmatismo bimodal maciço, manifestado pela instalação aos 1050 – 1040 Ma de granitóides relacionados com a extensão, assim como de charnoquitos e corpos bandados de anortositos máficos e ultramáficos, incluindo a *Suite* de AMCG (Anortosito-Mangerito-Charnoquito-Granito) da província de Tete, restrito ao Terreno granulítico do Luia.

No período pós-Grenvilliano ocorreu o *rifting*/deriva/dispersão com a instalação de rochas ígneas bimodais, incluindo o maciço (ultra)básico bandado do Atchiza ( $864 \pm 30$  Ma), a *Suite* de Guro (~ 867 e 852 Ma) e a *Suite* de Matunda ( $784 \pm 36$  Ma).

No mesmo período, entre 800-730 Ma o Complexo de Unango foi caracterizado por *rifting* e magmatismo alcalino e félsico de carácter anorogénico ou intraplaca, representado pelos sienitos dos Montes Chissindo e Naumale. No norte de Moçambique a crosta mesoproterozóica (Complexos de Nampula, Unango, Marrupa, Nairoto e Meluco) é coberta por um conjunto de *nappes* pan-africanos compostas predominantemente por litologias neoproterozóicas pertencentes aos Complexos de

Xixano, Lalamo, M'Sawize e Muaquia a norte do Cinturão do Lúrio e aos Complexos de Mugeba e Monapo a sul do mesmo cinturão. No Complexo de Xixano a  $735 \pm 4$  Ma é registado um evento de fácies granulítica de alta pressão, coevo com a intrusão de rochas plutónicas enderbíticas ( $742 \pm 16$ ) e granitos com teor elevado de potássio (Bingen *et al.*, 2007; Fig. 3.14).

Rochas metamórficas de fácies granulítica de diversas composições, incluindo as supracrustais consideravelmente mais jovens do Grupo do Alto Benfica ( $< 610$  Ma), ocorrem como vários *Klippen* com idades de 735 – 550 Ma (picos entre 640 e 590 Ma), cobrindo rochas mesoproterozóicas de fácies de anfibolito no norte de Moçambique. Estas representam supostamente rochas de arco magmático relacionado com a subducção do Oceano de Moçambique. Restos daquelas rochas granulíticas estão preservados na Faixa de Empurrão do Lúrio e nos terrenos de Mugeba, Plantação Santos e Monapo, na sub-Província de Nampula (GTK Consortium, 2006d).

Durante o Ciclo Orogénico Pan-Africano (750 a ~ 550 Ma), ocorreu a colisão e união do Gondwana Este e Oeste, que resultou na formação do Gondwana Norte e na formação do Orógeno da África Oriental entre 690-580 Ma, seguido de colisão e amalgamação do Gondwana Norte (= Gondwana Este + Oeste) com o Gondwana Sul (Cinturão Damariano-Lufiliano-Zambeze) (GTK Consortium, 2006c e 2006a).

A reunião dos microcontinentes fora da borda do Cratão do Congo-Tanzânia e deposição do Grupo de Txitonga ocorreu a 640 Ma (Fig. 14). Há 615 Ma deu-se a união dos terrenos na margem do Cratão do Congo-Tanzânia e o fecho do oceano de Moçambique. No Complexo de Mugeba é registado um evento de fácies granulítica (Bingen *et al.*, 2007; Fig. 3.14).

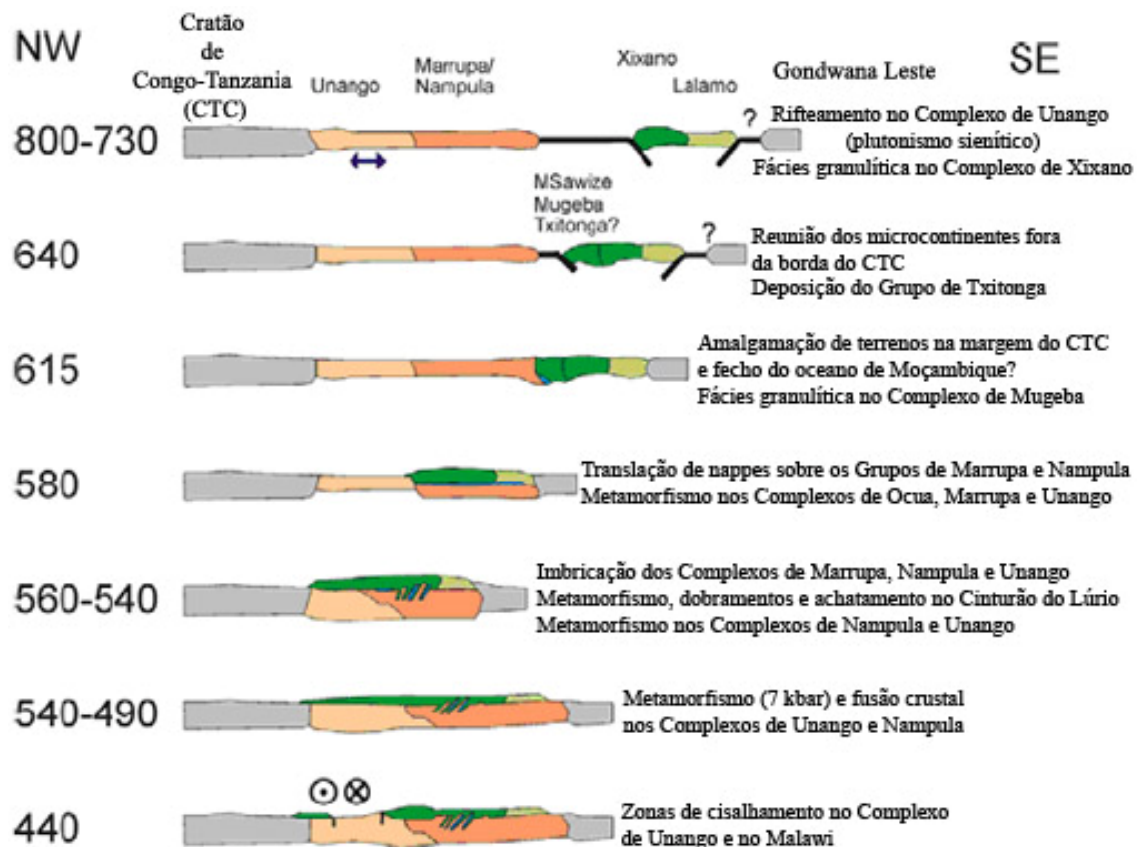
Durante o Pan-Africano há 580 Ma, ocorreu a translação de *nappes* sobre os Grupos de Marrupa e de Nampula, e metamorfismo progrado nos Complexos de Ocua, Marrupa e Unango (Bingen *et al.*, 2007; Fig. 3.14).

A junção final do Gondwana Norte e Sul resultou no desenvolvimento de zonas de cisalhamento sinistróginas, como as faixas de Namama, de direcção NNE e a do “Zimbabwe Oriental”, de direcção N-S e o rejuvenescimento de antigas zonas de fraqueza, como o Deslocamento de Mbembeshi. A faixa de cisalhamento pan-africana com direcção N-S, que ocorre ao longo da borda oriental das rochas arcaicas do Cratão do Zimbabwe, manifesta a reactivação termal seguida de arrefecimento por volta de 553 Ma (oeste) e 468 Ma (leste). O Deslocamento de Mbembeshi foi activado entre os 566 e 538 Ma (GTK Consortium, 2006d).

No mesmo período, ocorreu a imbricação dos Complexos de Marrupa, Nampula e Unango, metamorfismo, dobramentos e achatamento no Cinturão do Lúrio, e metamorfismo nos Complexos de Nampula e Unango (Bingen *et al.*, 2007, Fig. 3.14). Durante o mesmo evento, ocorreu uma sobre-impressão de grau elevado e transporte tectónico dos microterrenos do Atchiza e de Matunda (470 Ma).

O período compreendido entre 540 e 490 Ma é caracterizado por metamorfismo (7 kbar) e fusão crustal nos Complexos de Unango e Nampula (Bingen *et al.*, 2007; Fig. 3.14).

O colapso tardi- a pós-pan-africano é reflectido por granitos datados de  $492 \pm 2$  Ma e pegmatitos (430 – 480 Ma), indicando que o episódio termal Pan-Africano continuou pelo Fanerozóico (GTK Consortium, 2006d). As últimas idades são semelhantes às idades 0.47 – 0.50 Ma dos granitos de Macanga e Sinda, na província de Tete.



**Fig. 3.14** Modelo geotectónico simplificado da evolução geodinâmica pan-africana do nordeste de Moçambique (Bingen *et al.*, 2007).

Em consequência de um *rifting* abortado do Gondwana, verificou-se a deposição dos sedimentos do Supergrupo do Karoo (300 – 180 Ma) entre o Carbónico Superior e o

Jurássico inferior culminando com o vulcanismo da Grande Província Ígnea do Karoo, com o seu pico ao redor dos 183 Ma (GTK Consortium, 2006c e 2006a).

No mesmo período, na zona centro de Moçambique, surgiu o *Graben* do Médio Zambeze e iniciou-se a evolução da Bacia de Moçambique (GTK Consortium, 2006c).

Após um período de estabilidade de cerca de 40 Ma, seguiram-se novamente fenómenos de *rifting* continental/deriva/dispersão do Gondwana por volta de 140 Ma, com a evolução da Bacia de Moçambique e desenvolvimento na mesma época do Sistema do Rifte Este-Africano, o qual foi acelerado durante o Terciário. Na mesma fase, desenvolveram-se mais sub-bacias internas de direcção NW-SE no topo do *Graben* do Médio Zambeze, com direcção E-W (GTK Consortium, 2006c e 2006a).

### **3.3 Processos e fenómenos naturais actuais**

Em seguida, são referidos alguns processos e fenómenos naturais actuais, geológicos ou meteorológicos, com eventual impacte na vulnerabilidade dos geossítios.

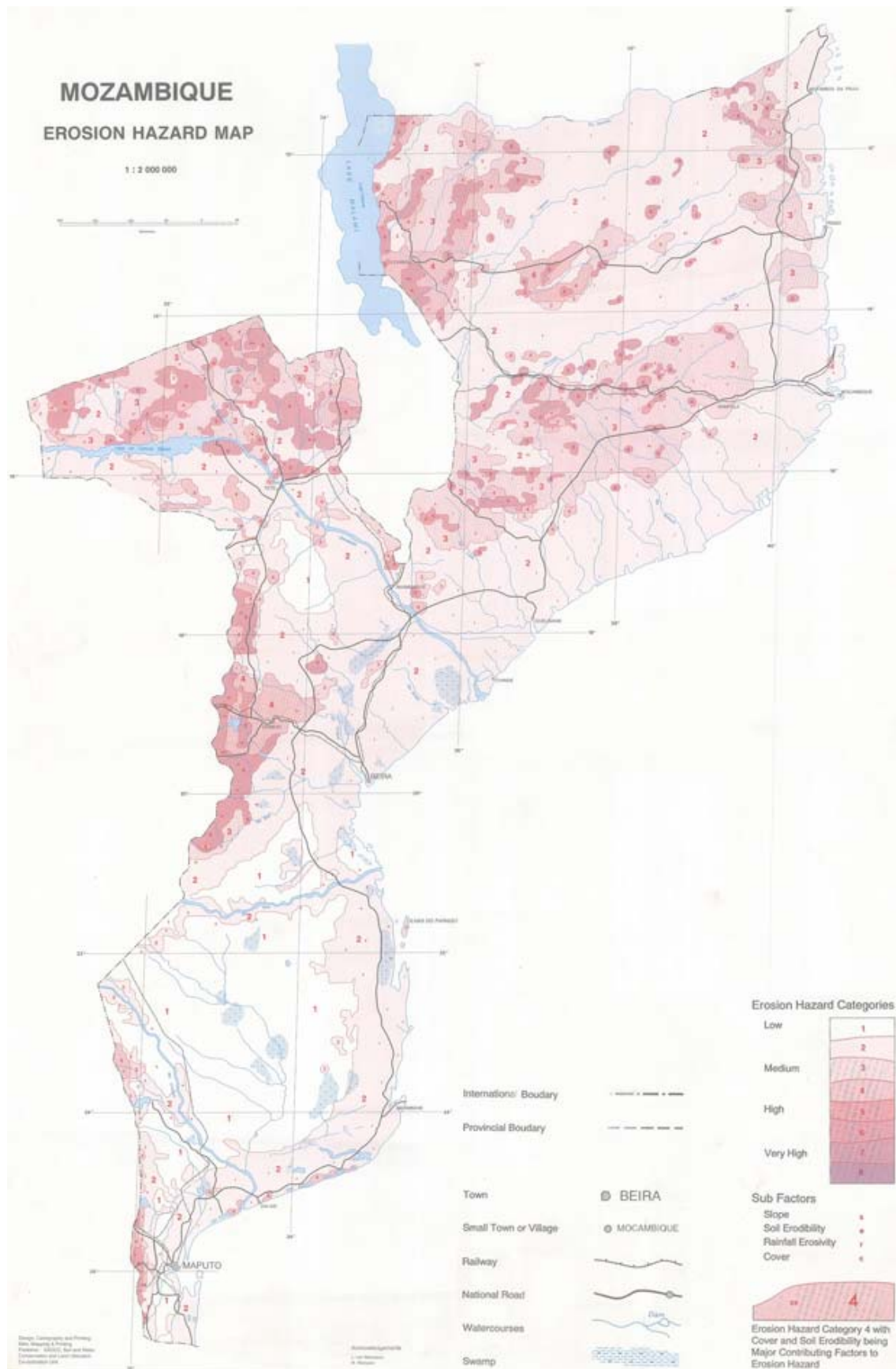
#### **3.3.1 Erosão**

Em Moçambique a erosão ocorre por todo o país e deve-se a causas naturais e à acção do Homem. A figura 3.15 ilustra as áreas do país susceptíveis à ocorrência de erosão. Fora das grandes cidades, a erosão é incentivada por práticas agrícolas inadequadas que incluem a desflorestação, geralmente com recurso às queimadas para a abertura de campos de cultivo e ao corte de árvores para o fabrico de carvão vegetal usado como fonte de energia por populações carenciadas. Nas cidades, a erosão é bastante induzida pela actividade humana.

Em contexto urbano, o aumento cada vez maior da densidade populacional faz com que cada vez mais habitações sejam construídas nas cidades, reduzindo deste modo as áreas disponíveis para a infiltração natural da água das chuvas, com o consequente aumento do volume de água escoada superficialmente, o que implica maiores probabilidades de ocorrência de erosão, como ilustra a figura 3.16.

Na zona litoral, vários factores contribuem para a erosão costeira. Apesar de alguns desses factores serem naturais, a maior parte é consequência directa ou indirecta da actividade humana.





**Fig. 3.15** Distribuição das áreas susceptíveis à ocorrência de erosão. Dados cedidos pelo Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM).



**Fig. 3.16** Ravinas abertas durante as chuvas do ano 2000, na zona periférica da Cidade de Maputo. Fotos: Enoque Mendes.

Os principais factores responsáveis pela erosão costeira são: a elevação do nível do mar que se está a verificar a nível global, diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos pelos rios para a zona litoral devido a uma cada vez maior regulação dos seus caudais pelas barragens, degradação pelo Homem das estruturas naturais, obras de engenharia costeira, construção em encostas, etc.

Em Moçambique, os problemas de erosão costeira estão particularmente associados à construção de habitações próximo das praias ou sobre as dunas, à destruição dos mangais, etc.

A erosão costeira fora das cidades é acentuada na zona sul do rio Save, devido à enorme pressão exercida pela actividade turística. Na zona centro, a erosão é incentivada pela destruição dos mangais e, possivelmente pela diminuição do fluxo natural de sedimentos trazidos pelo rio Zambeze, relacionado com a existência da barragem de Cabora Bassa. Na zona Norte de Moçambique, a erosão costeira é menor, uma vez que a costa está protegida por recifes de coral.

### **3.3.2 Cheias**

A maior parte dos principais rios que correm em território nacional têm a nascente em países vizinhos (Fig. 1.20). Por isso, quando se verificam fortes chuvas no interior do continente, Moçambique recebe grande parte da água, que por vezes causa inundações.

A localização de Moçambique a jusante, as características geomorfológicas do território e a ineficácia dos sistemas de gestão hidrológica existentes fazem com que o país seja periodicamente afectado por inundações catastróficas (Fig. 3.17). Estas inundações têm afectado principalmente as regiões ao longo das bacias hidrográficas dos rios, as zonas baixas e locais ou zonas com sistema de drenagem inadequados. A figura 3.18 mostra as áreas do país que são vulneráveis à ocorrência de cheias.



**Fig. 3.17** Exemplo do impacto que as cheias de Fevereiro do ano 2000 causaram. Foto: François Goemans<sup>5</sup>.

Exemplo de cheias catastróficas são as que ocorreram em Fevereiro do ano 2000 na zona centro e sul do país e em Janeiro e Fevereiro de 2001 na zona centro, que causaram enormes perdas a nível económico e social, principalmente em 2000, as piores nas últimas décadas. Em Janeiro de 2003, a zona norte e centro do país foi afectada por chuvas intensas causadas pela passagem no Canal de Moçambique da depressão tropical Delfina que resultou em cheias. Recentemente, em Janeiro de 2008, a região do vale do Zambeze, no centro do país, foi afectada por cheias com perdas económicas e sociais consideráveis.

<sup>5</sup> Endereço na Internet: [http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713\\_mocambique/page7.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713_mocambique/page7.shtml) (sítio consultado em 05/02/2007).



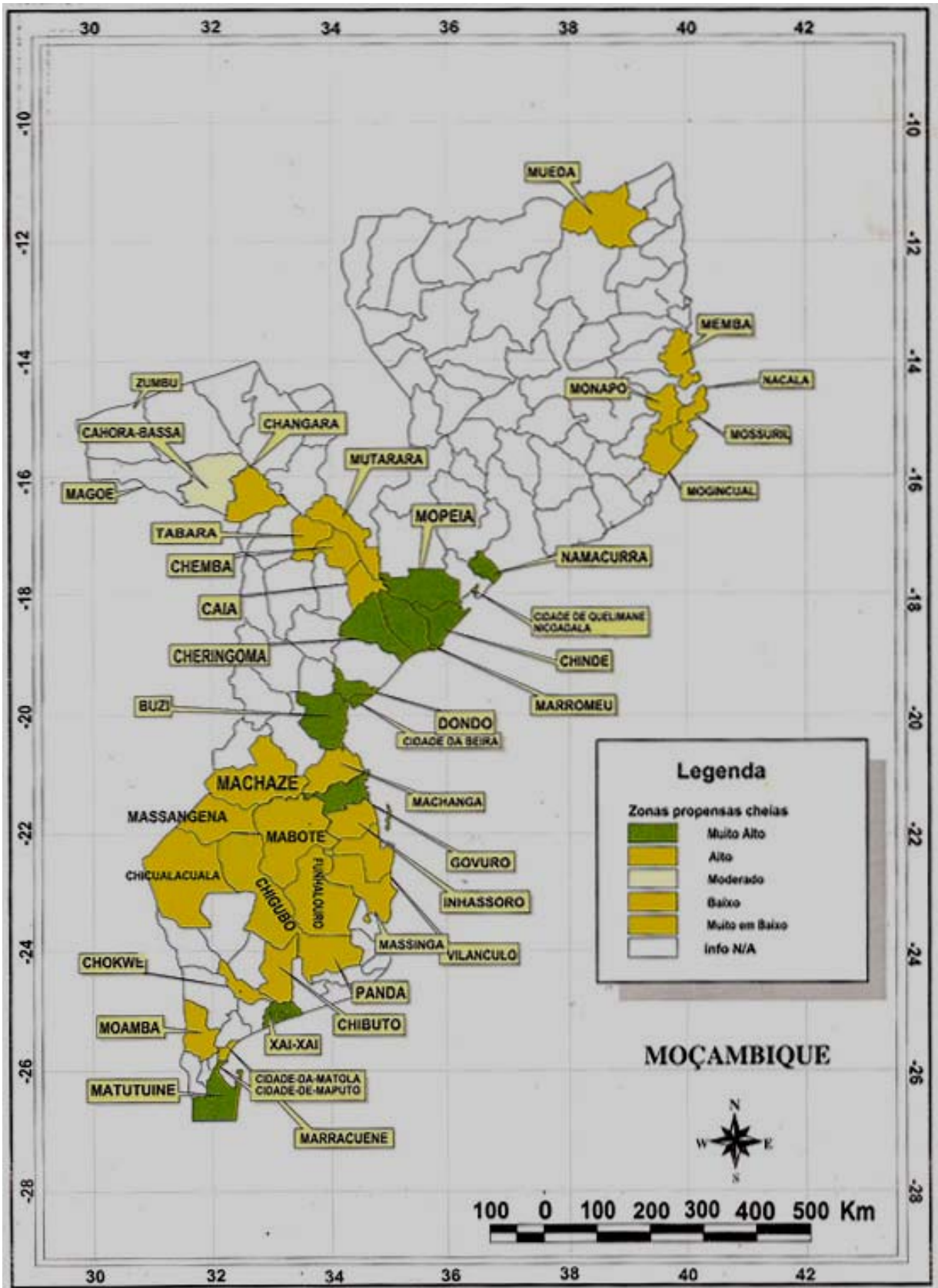


Fig. 3.18 Mapa de zonas do país vulneráveis às cheias. Fonte: INGC, 2003.

### 3.3.3 Ciclones

Em Moçambique, as principais zonas de incidência dos ciclones situam-se na costa, apesar de alguns ciclones atingirem zonas do interior. O período chuvoso no país decorre em geral de Outubro a Março, portanto, período de maior risco de ocorrência de ciclones, embora estes também possam ocorrer fora desta época. Desde 1946, mais de 32 ocorrências de depressões tropicais e ciclones ocorreram até ao momento (INGC, 2003).

Em Fevereiro de 2007, Moçambique foi atravessado por um ciclone, denominado Fávio, que afectou o distrito de Vilanculos, na província de Inhambane, e província de Sofala, causando enormes prejuízos materiais. A figura 3.19 ilustra as zonas vulneráveis a ciclones.

### 3.3.4 Estiagem

Existem várias definições de estiagem de acordo com o sector de actividade em causa. Em termos agrícolas, considera-se período de estiagem quando a precipitação observada não cobre as necessidades mínimas para garantir o crescimento vegetal normal das plantas e não permite que as barragens tenham o encaixe anual necessário para garantir o abastecimento normal à população, indústria e agricultura (INGC, 2003).

Em Moçambique, normalmente a estiagem tem ocorrido em intervalos de 7/8 anos sem que este ciclo seja preciso. A maior parte da estiagem ocorrida no país esteve relacionada com o fenómeno *El Niño*, embora a mesma também possa ser influenciada por outros factores tais como, por exemplo, anticiclones e actividades humanas (queimadas descontroladas, desflorestamento, etc.).

### 3.3.5 Sismos

Em Moçambique, ocorrem sismos, apesar de a maioria das ocorrências ser de magnitude pouco perceptível.

Nos últimos anos, os sismos têm sido mais frequentes e perceptíveis ao cidadão comum e poderão estar relacionados com a evolução tectónica que se está a verificar no sistema de riftes instalados no Miocénico ao longo da África Oriental, representado em Moçambique pelo eixo Lago Niassa-Chire-Urema-Sofala (Fig. 3.20).

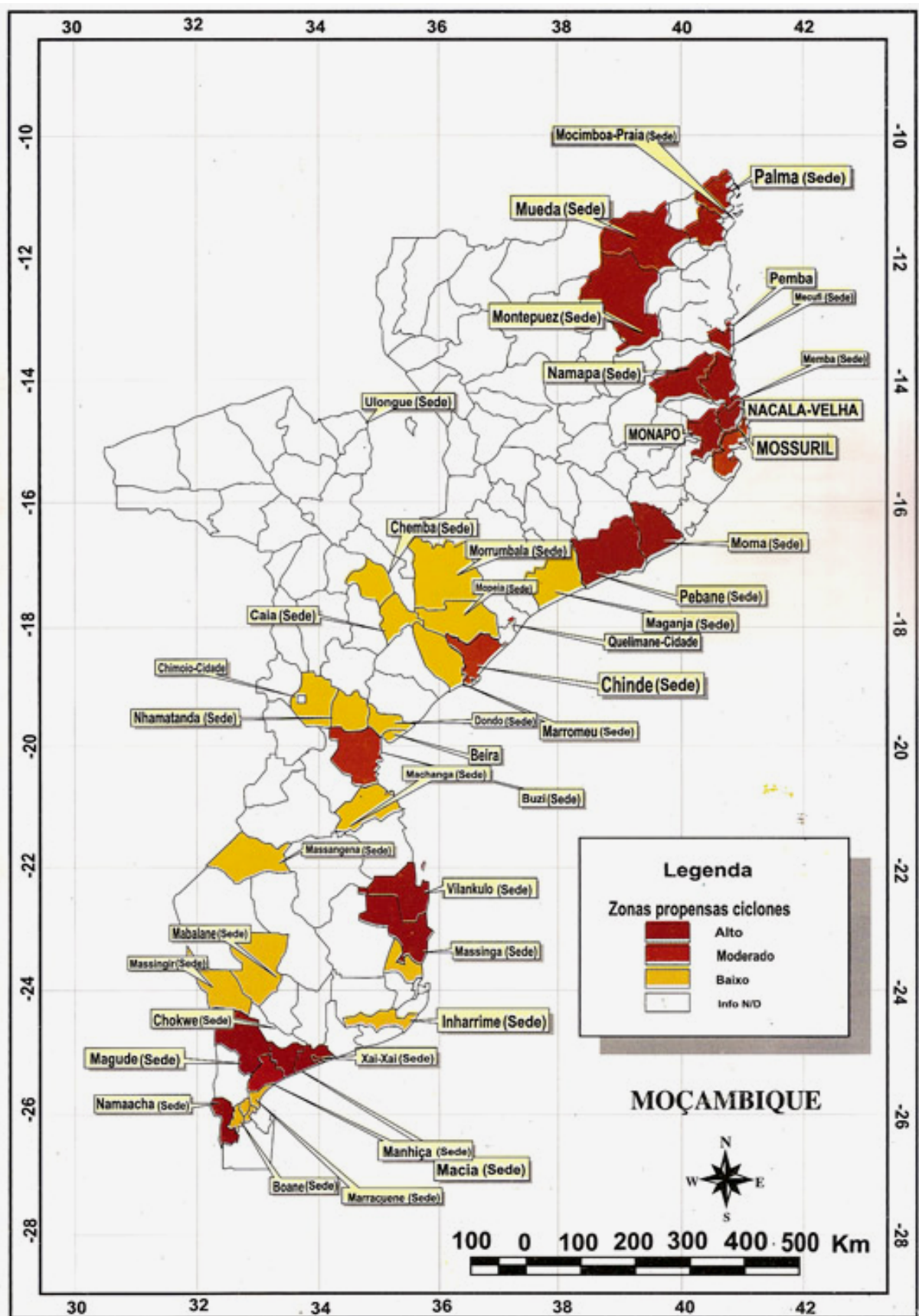
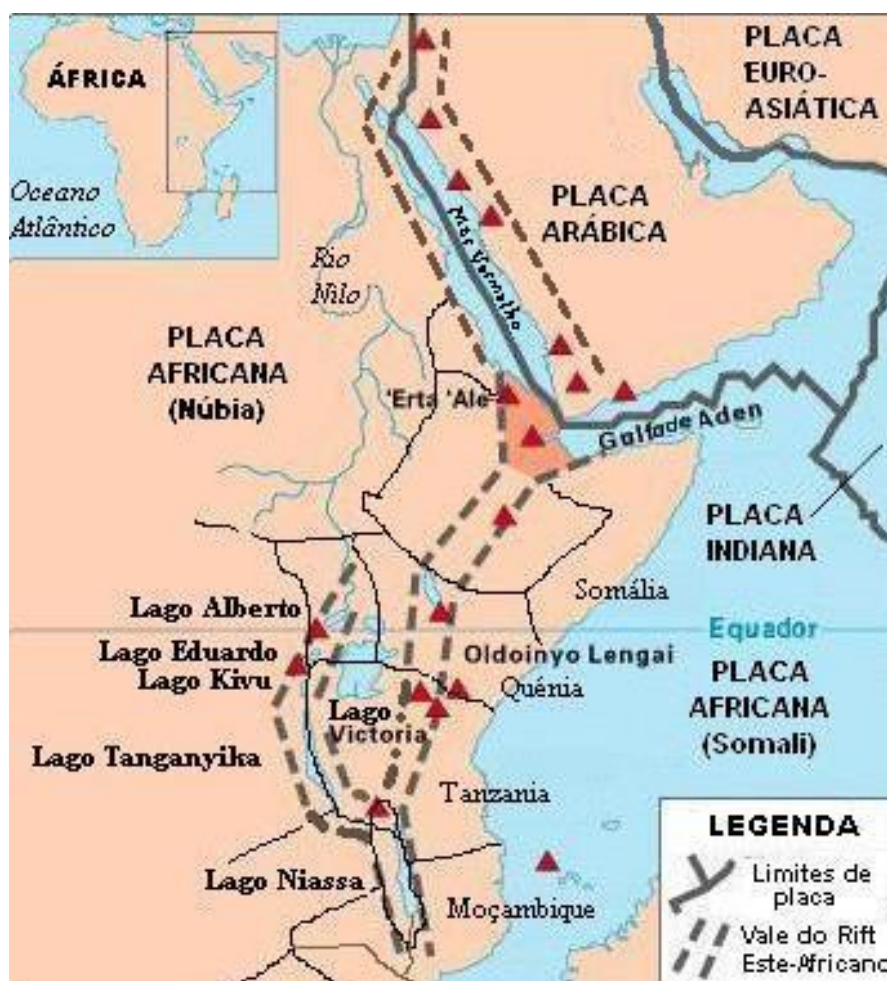


Fig. 3.19 Mapa de zonas do país vulneráveis a ciclones. Fonte: INGC, 2003.



**Fig. 3.20** Mapa que ilustra o sistema de riftes instalados no Miocénico ao longo da África Oriental, que vai desde o Mar Vermelho passando pelo Quênia, Tanzânia e terminando em Moçambique (Lago Niassa e Urema). Os triângulos representam alguns dos vulcões activos<sup>6</sup>.

Recentemente, a 22 de Fevereiro de 2006, registou-se um sismo de magnitude 7.5 na escala de Richter com epicentro no distrito de Machaze, Província de Manica, mas dada a sua localização longe das povoações não criou muitas vítimas humanas, apesar de se terem registado alguns danos materiais na zona e na cidade da Beira. A figura 3.21 mostra um dos efeitos do sismo.

<sup>6</sup> Endereço na Internet: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande\\_Vale\\_do\\_Rift](http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande_Vale_do_Rift) (sítio consultado em 02/03/2007).





**Fig. 3.21** A imagem ilustra uma fractura com um rejeito vertical de cerca de 50 cm causada pelo sismo de 22 de Fevereiro de 2006 em Machaze. Fotos: Geraldo Valoi & Celestino de Sousa.

### 3.4 Minerais, rochas e fósseis

Moçambique é caracterizado pela ocorrência de uma grande variedade de minerais e rochas de vários tipos, com idades que vão desde o Arcaico ao Recente. Algumas das ocorrências constituem recursos geológicos com interesse económico. Os fósseis ocorrem em geral na Bacia do Rovuma a norte de Moçambique e, a sul, na Bacia de Moçambique (Fig. 3.13), em rochas sedimentares depositadas durante o desenvolvimento do Sistema do Rifte da África Oriental.

Dado o elevado número de recursos naturais que Moçambique possui, no âmbito do presente trabalho apenas serão referidos alguns exemplos com maior relevância geológica.

### 3.4.1 Minerais

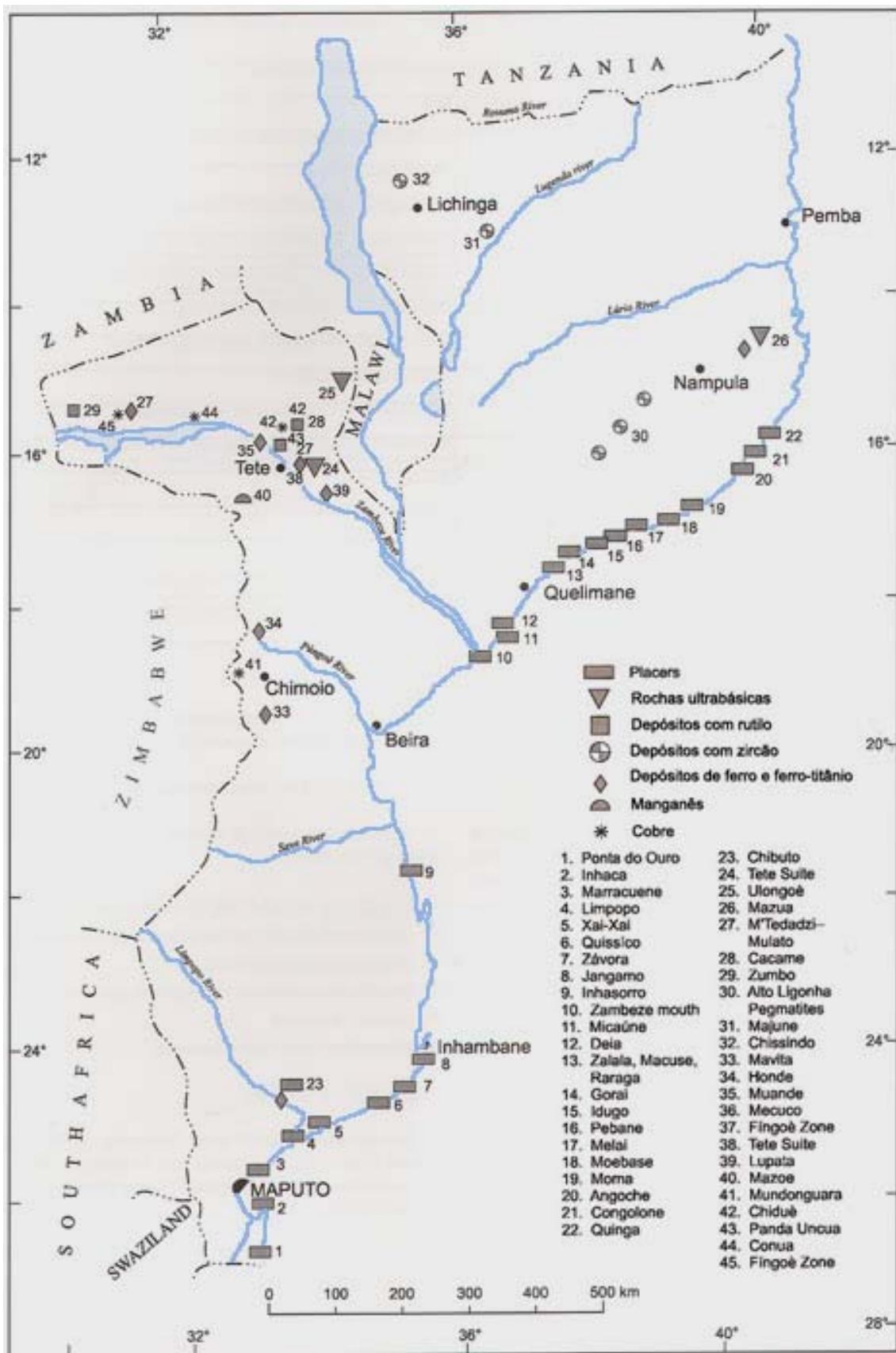
#### 3.4.1.1 Depósitos minerais de ferro, manganês e titânio

Em Moçambique, ocorrem os seguintes tipos de mineralizações de ferro e manganês (Fig. 3.22): Fe-quartzito, Formações de Ferro Bandeadas (*Banded Iron Formation – BIF*); metassedimentos com ferro e cobre e Fe-*skarn*; *skarn* com ferro e apatite; depósitos de ferro e titânio de génese magmática; laterites com jazigos de ferro; jazigos de manganês metassedimentar.

Fe-quartzito e *Banded Iron Formation* ocorrem em rochas do Arcaico e Proterozóico. Os Fe-quartzitos das rochas arcaicas de Manica formam jazigos bandeados típicos (jaspilitos) e são compostos por magnetite, martite e haematite (Lächelt, 2004). Jazigos bandeados de idade arcaica também ocorrem em Mavita (60 km a sul de Manica). Nesta área as ocorrências mais importantes situam-se nas localidades de Tsetserra, Chepecuto, Mocuba, Xigundo e Mussapa. Os “BIFs” também ocorrem nas províncias de Tete, Nampula, Cabo Delgado e Zambézia. Fe-quartzitos do Proterozóico ocorrem no Supergrupo de Zâmbuè e Supergrupo de Fíngoè, na província de Tete.

Jazigos de manganês ocorrem no Grupo de Rushinga, a sudoeste da província de Tete, na fronteira com o Zimbabwe.

Depósitos do tipo *placers* contendo ilmenite-rútilo e zircão ocorrem em vários locais ao longo da costa moçambicana, principalmente nas províncias da Zambézia e Nampula. As principais áreas onde ocorrem depósitos de areias contendo minerais pesados (areias pesadas) são (Cílek, 1989): estuário de Maputo; zona leste do Delta do Zambeze; norte de Pebane; zona próxima de Angoche. Outras áreas de grande importância são a região norte-noroeste de Xai-Xai, ao longo do vale do Limpopo, e depósitos do Pleistocénico de um provável paleodelta na parte sul de Moçambique (Lächelt, 2004). *Placers* com baixo teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ocorrem em Pebane e Angoche. Ocorrências de rútilo têm sido exploradas na zona norte de Pemba. Depósitos de ilmenite e rútilo também ocorrem na zona sul de Moçambique, próximo de Xai-Xai e Chongoene. O maior depósito de dióxido de titânio do mundo ocorre em Chibuto, na província de Gaza, sul de Moçambique. Em geral, pode concluir-se que concentrações de areias pesadas ocorrem ao longo de toda a costa moçambicana.



**Fig. 3.22** Mapa de ocorrência de depósitos de ferro, ferro-titânio e não-ferrosos (adaptado de Lächelt, 2004).

Os depósitos de areias pesadas mais importantes da zona costeira de Moçambique são os de Moebase/Mecalonga/Tigen, na província da Zambézia, e de Congolone/Quinga/Moma, na província de Nampula.

#### 3.4.1.2 Ouro e prata

A prata ocorre parcialmente em associação com o ouro nas províncias de Tete e Manica. Depósitos de ouro também ocorrem nas Províncias de Niassa, Cabo Delgado, Nampula, Zambézia e Sofala (Lächelt, 2004). Existem diversas zonas auríferas em território moçambicano, nomeadamente a região fronteiriça drenada pelo rio Luenha, a região do Alto Ligonha-Nampula, a área marginal a norte da *Suite* de Tete, a área da faixa que engloba as rochas do Supergrupo de Fíngoè, na região de Fíngoè, a região da Angónia e a região de Manica. Estas três últimas ocorrências albergam promissoras jazidas de ouro (Afonso & Marques, 1998). Em geral, em Moçambique, a exploração do ouro é feita por garimpeiros usando métodos artesanais, os quais estão a destruir a paisagem e a criar graves problemas de poluição de solos e rios, devido ao uso inadequado de mercúrio para a concentração do ouro.

Em termos de exploração industrial, é de referir que foi inaugurada em Maio de 2007 uma empresa vocacionada para a prospecção e extracção de ouro na província de Manica, no centro do país, pertencente a um consórcio que integra companhias de capital português e angolano. Calcula-se que o empreendimento venha a produzir 60 quilogramas de ouro por mês<sup>7</sup>.

#### 3.4.1.3 Andaluzite, cianite e silimanite

Andaluzite e silimanite desenvolvem-se em zonas de metamorfismo de contacto e cianite em áreas submetidas a metamorfismo de alto grau, pelo que podem ocorrer em vários locais ao longo do Cinturão de Moçambique (Fig. 3.23). Estes minerais ocorrem em rochas do Neoproterozóico do Complexo de Bárúè e do Grupo de Gairézi. As mineralizações ocorrem entre o contacto de xistos, quartzitos e calcários cristalinos. Outras ocorrências situam-se no *klippen* de Monapo, próximo de Netia. Na Faixa do

---

<sup>7</sup> Endereço na Internet: [http://macua.blogs.com/moambique\\_para\\_todos/2007/05/guebuza\\_inaugur\\_1.html](http://macua.blogs.com/moambique_para_todos/2007/05/guebuza_inaugur_1.html) (sítio consultado em 03/12/2007).

Lúrio, em algumas regiões próximas de Cabo Delgado e a noroeste da província de Nampula, ocorre com frequência silimanite (Cílek, 1989; Lächelt, 2004).

#### **3.4.1.4 Asbestos**

Em Moçambique, depósitos e ocorrências de asbestos crisótilo e antofilite ocorrem em vários locais (Cílek, 1989; Fig. 3.23):

- Serra Mangota na Província de Manica;
- Mavita no Grupo de Manica;
- Zona de Fíngoè na Província de Tete;
- Monte Atchiza na Província de Tete;
- Chicôa na Província de Tete próximo à barragem de Cabora Bassa;
- Tsangano na Província de Tete na fronteira com o Malawi;
- Mulevala na Província da Zambézia;
- Mulatala na zona de Nacala na Província de Nampula;
- Pemba-Ancuabe na Província de Cabo Delgado.

As principais jazidas de asbestos são as de Mavita, as da região de Mulevala e as de Mulatala (Afonso & Marques, 1998).

#### **3.4.1.5 Berilo**

Em Moçambique, todas as fontes de berilo ocorrem em pegmatitos. Este mineral ocorre em associação com albite e columbo-tantalite, microlite e minerais de lítio. A principal fonte de berilo é o pegmatito do Alto Ligonha, na província da Zambézia (Cílek, 1989; Afonso & Marques, 1998; Lächelt, 2004). Outras fontes de berilo são (Cílek, 1989):

- Monapo-Nacala na Província de Nampula;
- Ribauè-Montepuez-Nipepe nas Províncias de Nampula e Niassa;
- Balama-Montepuez-Mueda-rio Rovuma na Província de Cabo Delgado;
- Zumbo-Zâmbuè na Província de Tete.

#### 3.4.1.6 Fluorite

O depósito de fluorite mais importante é a intrusão de carbonatito denominada monte Muambe (Fig. 3.23), de origem hidrotermal e metassomática. Também podem ser encontrados junto com a fluorite algumas reservas de terras raras, berílio, nióbio e estrôncio. Depósitos clássicos de fluorite estão relacionados com falhas do rifte de Niassa e Médio-Zambeze e desenvolvem-se principalmente nas margens oeste e sul do vale de rifte, na zona de Djanguire-monte Domba e Macossa-Maríngoè-Canxixe (Fig. 3.23). Também ocorre fluorite na área leste do vale de rifte, em rochas carbonatíticas intrusivas ou rochas alcalinas e numa área extensa de lavas alcalinas do Karoo em Lupata (Cílek, 1989).

#### 3.4.1.7 Grafite

As áreas mais importantes de ocorrência de grafite são (Lächelt, 2004):

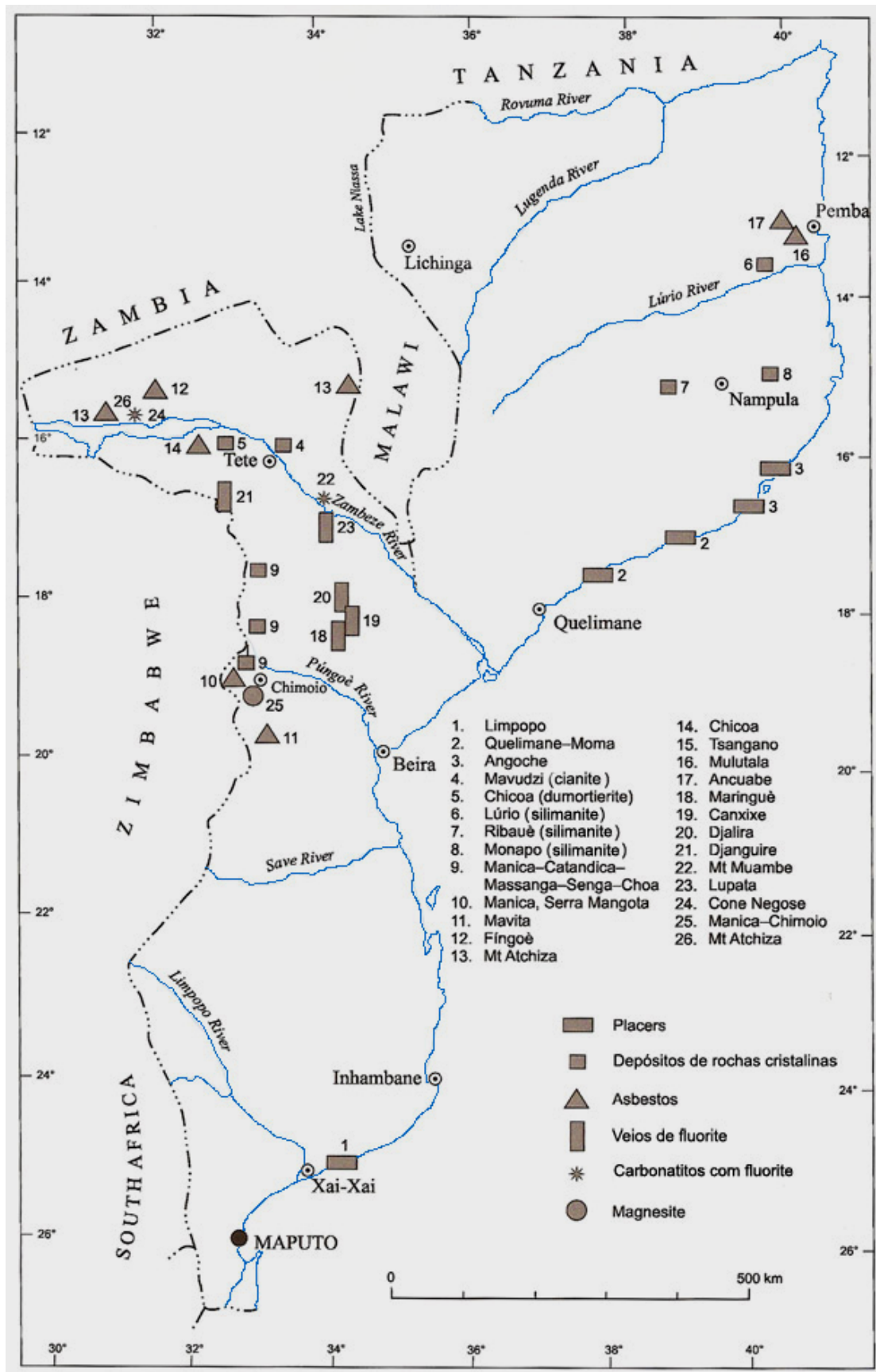
- Zona de Angónia na Província de Tete;
- Estrutura de Monapo na Província de Nampula;
- Zona de Ancuabe na Província de Cabo Delgado;
- Faixa do Lúrio na Província de Cabo Delgado;
- Estrutura de Morrola em Montepuez na Província de Cabo Delgado, etc.

Todas estas áreas se situam em zonas de metamorfismo de alto grau de depósitos metassedimentares. Na Angónia também podem ser encontradas ocasionalmente grafites epigenéticas.

#### 3.4.1.8 Outros minerais e gemas

Gemas são materiais da crosta terrestre com características especiais para a produção de jóias ou outros fins ornamentais, em virtude da sua beleza, raridade e dureza. Em Moçambique, ocorrem gemas de diferentes tipos e qualidades em vários tipos de depósitos. A figura 3.24 ilustra a localização dos locais favoráveis à prospecção de gemas.





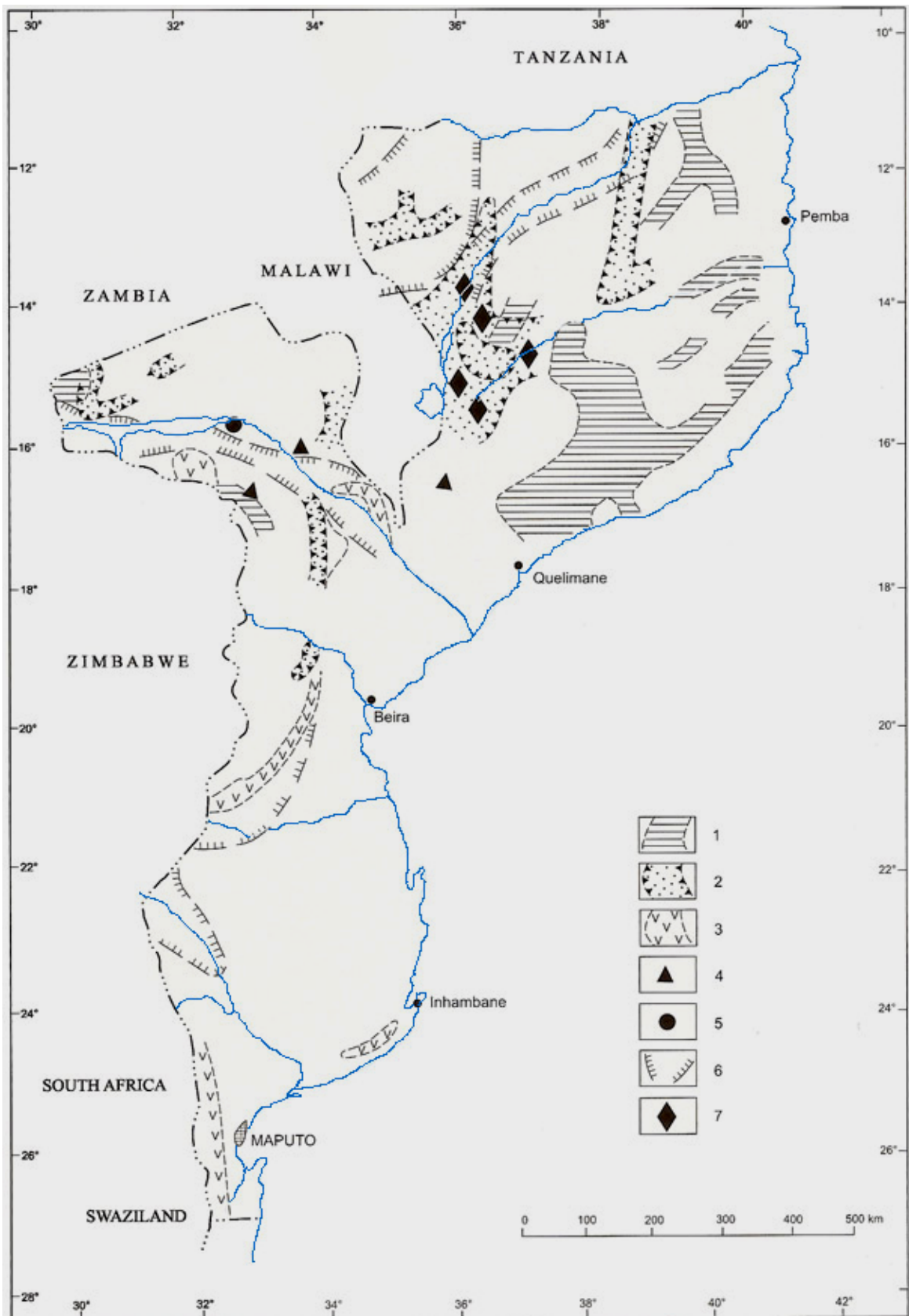
**Fig. 3.23** Distribuição das mineralizações de andaluzite, cianite, silimanite, asbestos e magnesite em Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).

No que se refere à génese, as gemas estão enquadradas nos seguintes tipos de jazigos (Afonso & Marques, 1998): pegmatítico-pneumatolíticos (esmeralda, água-marinha (Fig. 3.25), morganite, heliodoro, goshenite, rubelite, verdelite, *water melon*, indicolite, siberite, dravite, acroíte, topázio imperial, topázio da Sibéria, ametista (Fig. 3.26), quartzo fumado, quartzo citrino, quartzo róseo, corindo, amazonite, dumortierite e adulária); hidrotermais (ágatas, opala, calcedónia e jaspe); metamórficos (granadas); sedimentares (granadas, ágatas, corindo, etc.).

As gemas são extraídas principalmente em pegmatitos, mas também em alguns depósitos sedimentares do tipo *placers*. Estudos recentes, realizados nas áreas do Alto Ligonha e Monapo-Nacala, apontam para a ocorrência de gemas nestas áreas. Outras áreas onde pegmatitos com gemas podem ocorrer são a sul de Nipepe, a parte leste da Faixa do Lúrio, a área próxima da entrada do rio Lúrio e a zona de Zâmbuè a noroeste da Província de Tete (Lächelt, 2004). Em todos estes pegmatitos ocorre berilo, turmalina, quartzo com qualidade para gema e ametista. Todo o soco cristalino, e especialmente o Cinturão de Moçambique, tem rochas e ambientes geológicos que são favoráveis à instalação de pegmatitos.

Nas seguintes áreas também podem ocorrer rochas com gemas (Lächelt, 2004):

- Alto Ligonha (pegmatitos da Zambézia);
- Monapo-Nacala (pegmatitos de Nampula);
- Norte de Ribáuè-Malema e sul de Nipepe;
- Bordadura sul da Faixa do Lúrio, entre o rio Lúrio e Mirrote;
- Prolongamento noroeste do campo pegmatítico do Alto Ligonha;
- Área entre Muaguide e Mueda (província de Cabo Delgado);
- Área entre Mueda e Montepuez (província de Cabo Delgado);
- Área entre Zâmbuè e a fronteira zambiana, no rio Aruângua;
- Área entre Nipepe e o rio Lugenda.



**Fig. 3.24** Áreas de prospecção de gemas (adaptado de Lächelt, 2004). **1:** Pegmatitos com berilo, turmalina, quartzo e feldspatos; **2:** Áreas com granadas; **3:** Áreas com ágatas; **4:** Ocorrências de corindo; **5:** Dumortierite; **6:** Áreas de prospecção de kimberlitos e diamantes; **7:** Áreas de prospecção de selenite.



**Fig. 3.25** Águas-marinhas em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.

Entre Mueda e Montepuez e a NW de Mueda, ocorrem granadas associadas a *skarns*. Na mesma área e ao longo da zona do rio Rovuma, ocorrem ainda almandina e corindo. Na serra Nhote, próximo de Metarica, ocorre quartzo amarelo (citrino), amazonite e turmalina preta em pegmatitos.



**Fig. 3.26** Quartzo ametista em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.

Quartzo róseo e quartzo fumado (Fig. 3.27) ocorrem em pegmatitos a 11 km a SE de Erua. Cristais de quartzo nos pegmatitos podem atingir até 1 m, e cristais mais pequenos por vezes formam combinações de diferentes de cristais separados (transparente, branco e fumado).

Amazonite ocorre em pegmatitos a norte de Metarica, sul de Meluli e leste-nordeste de Erua. No Alto Ligonha, cristais grandes de amazonite com diâmetro entre 60-70 cm também foram encontrados (Lächelt, 2004; Fig. 3.28).



**Fig. 3.27** Imagens de quartzo fumado em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.

O berilo ocorre em pegmatitos distribuídos por uma área extensa que vai do sul da serra Melúli até cerca de 16 km a sul de Erua. Na mesma área (11 km SE de Erua, em Lalauna e NE da serra Melúli) ocorrem gnaisses com granadas (Lächelt, 2004).

Os pegmatitos do Alto Ligonha e de Nampula (área de Monapo-Nacala) são conhecidos pela ocorrência de espécies minerais únicas (p.ex. água-marinha denominada por Santa Maria Africana, descoberta no campo pegmatítico do Alto Ligonha). Excelentes exemplares de minerais (p.ex. berilo, turmalina, etc.), alguns únicos, foram colectados em Muiane, Marropino e especialmente em Morrua, assim como em vários outros pequenos campos pegmatíticos do Alto Ligonha.

As turmalinas podem ocorrer como inclusões em grandes cristais de quartzo, com tamanhos que variam de alguns centímetros a 60 cm. No depósito de Talua na Província de Nampula, assim como no Alto Ligonha, cristais de turmalinas com cerca



de 30 cm são frequentemente encontrados, na sua maioria rubelite (Fig. 3.29) ou verdelite ou uma variedade multicolor (*water melon*).



**Fig. 3.28** Cristal de amazonite em exposição no Museu Nacional de Geologia.



**Fig. 3.29** Cristais de rubelite em exposição no Museu Nacional de Geologia em Maputo.



No Alto Ligonha, particularmente no Bloco Maria III, esmeraldas de forma e cor espectacular foram colectadas de xistos actinolíticos. Cristais de berilo com tamanho até 30 cm ocorrem na Província de Tete. Na Província de Cabo Delgado também foram colectados cristais de granadas com tamanhos até 20 cm (Lächelt, 2004).

### **3.4.2 Rochas**

#### **3.4.2.1 Bauxite e sienito nefelínico**

Em Moçambique ocorrem várias matérias-primas contendo alumínio (laterites, bauxite e sienito nefelínico). A bauxite ocorre no monte Snuta na Serra de Moriangane, Serra Vumba, na área de Chimanimani-Rotanda, Serra Saira (Zaira) e próximo de Catandica na Província de Manica.

Na província da Zambézia ocorrem várias intrusões de sienito nefelínico, tais como por exemplo o monte Maúzo, Cargo, Serra Tundo, monte Derre, etc.

A mais importante e mais conhecida ocorrência de bauxite localiza-se no monte Maúzo, a cerca de 46 km de Milange. O depósito do monte Maúzo é constituído por sienito nefelínico com aegirina-augite, e é intersectado por diques fonolíticos porfiríticos (Lächelt, 2004).

#### **3.4.2.2 Pegmatitos**

Minerais de metais raros, tais como tântalo e nióbio, assim como minerais de terras raras ocorrem frequentemente associados a pegmatitos, e em menor grau a intrusões alcalinas e carbonatitos.

Os pegmatitos são comuns em todo o Proterozóico em Moçambique e ocorrem, nomeadamente, nas seguintes áreas (Lächelt, 2004):

- Alto Ligonha (Província da Zambézia) e zona leste de Nampula;
- Inchope-Doerói (Províncias de Manica e Sofala);
- Monapo-Nacala (Província de Nampula);
- Norte de Ribáuè-Malema, sul de Nipepe (Províncias de Nampula, Zambézia e Niassa);

- Área de Changara, Província de Tete,

O campo pegmatítico de Alto Ligonha é o mais importante em termos económicos.

### 3.4.2.3 Bentonite

A bentonite ocorre em Moçambique como produto de meteorização de riolitos e tufos riolíticos. Os depósitos e ocorrências mais conhecidas e investigadas ocorrem nos Pequenos Libombos, especialmente em Boane, a cerca de 35 km a sudoeste de Maputo (Afonso & Marques, 1998; Lächelt, 2004).

### 3.4.2.4 Mármore

O mármore ocorre em todas as unidades do Proterozóico de Moçambique. Os depósitos de mármore mais estudados são os de Montepuez e Netia. Outras ocorrências de mármore existem em Metolola próximo de Morrumbala-Chire (província da Zambézia), Matema ao longo do rio Zambeze (província de Tete) e em Malula a 50 km a norte de Lichinga (província de Niassa). São também de assinalar as ocorrências de Mazeze, Mesa e Negomano (província de Cabo Delgado), as de Massanga, Mungári e Madzuire (província de Manica), e as de Chire-Morrumbala (província da Zambézia) (Afonso & Marques, 1998; Figs. 3.30 e 3.31).



**Fig. 3.30** Mármore em exposição no Museu Nacional de Geologia.

#### **3.4.2.5 Granitos vermelhos e castanhos**

Os granitos vermelhos são rochas granulares (granitos e sienitos) de cor vermelha ou rósea, devido à coloração do feldspato potássico. Os granitos vermelhos ocorrem no monte Tchonde (próximo de Meponda, na província de Niassa) (Fig. 3.31). No monte Morrumbala, a oeste da província da Zambézia, ocorrem granitos vermelhos de grão médio, sienitos alcalinos e sienitos alcalinos vermelhos.

Granitos castanhos ocorrem em várias províncias, mas principalmente na província de Tete, a norte de Fíngòè (Fig. 3.31). Estas rochas são de grão médio a grosseiro e de cor castanha (Lächelt, 2004).

#### **3.4.2.6 Granitos negros**

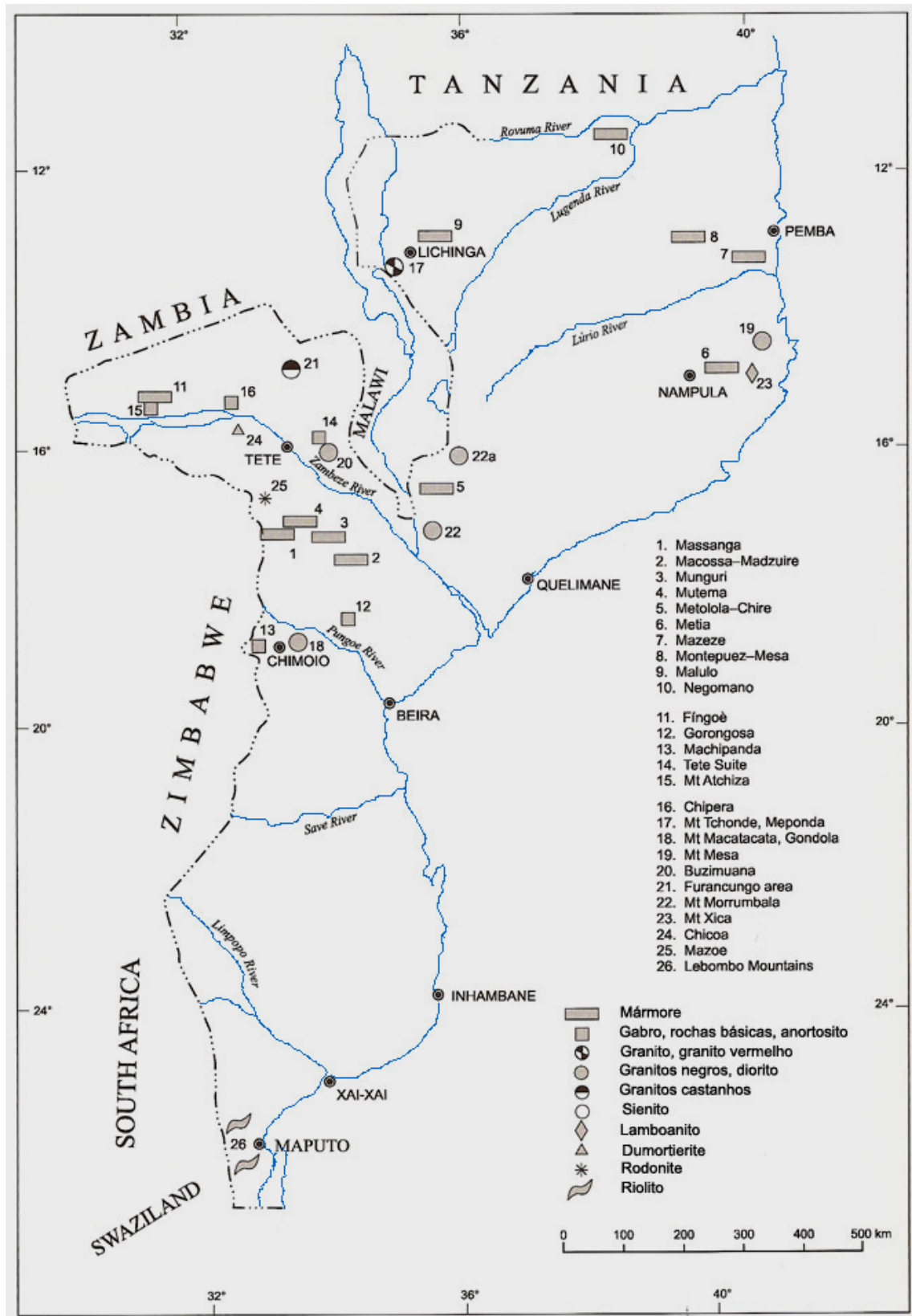
São dioritos e gabros de grão fino a médio, de cor cinzenta, cinzenta-escura a verde conhecidos em Moçambique por “granitos negros”. Ocorrem frequentemente no soco Proterozóico em Gôndola (província de Manica), em Memba próximo de Nacala (província de Nampula) e em Buzimuana, a 60 km a leste de Tete (Lächelt, 2004; Fig. 3.31).

#### **3.4.2.7 Anortosito**

Estas rochas ocorrem na província de Tete ao longo da linha-férrea que liga Necungas à Beira (no distrito de Moatize), em Sicarabo e Chipera (Afonso & Marques, 1998; Fig. 3.31).

#### **3.4.2.8 Labradorito**

O labradorito pode ser encontrado em vários locais dentro da *Suite* de Tete (antigo Complexo Gabro-Anortosítico de Tete). Grandes cristais de labradorite ocorrem a cerca de 20 km a leste de Moatize (Lächelt, 2004; GTK Consortium, 2006a).



**Fig. 3.31** Distribuição regional das rochas ornamentais de Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).

### 3.4.2.9 Calcário

Em Moçambique, o calcário tem sido explorado como matéria-prima para a indústria de construção (p.ex. na produção de cimentos). Cerca de metade dos calcários e calcários dolomíticos são do Cretácico e Quaternário. Segundo Cílek (1989), nas Formações de Cheringoma (Eocénico) e de Jofane (Miocénico), a sul de Moçambique, ocorrem calcários puros. Os depósitos da área de Chire e de Canxixe-Maringué são reconhecidos como contendo calcários puros de qualidade elevada (Lächelt, 2004).

Em termos genéticos, em Moçambique o calcário ocorre em Bacias sedimentares meso-cenozóicas (Lächelt, 2004):

- Salamanga, Sábiè e Magude, na província de Maputo;
- Mapulanguene e Massingir, na província de Gaza;
- Inharrime, Morrumbene-Homoíne, Jofane e Vilankulo, na província de Inhambane;
- Rio Save, nas províncias de Inhambane, Sofala e Manica;
- Búzi e Cheringoma, na província de Sofala;
- Nacala, na província de Nampula;
- Pemba e Mocímboa da Praia, na província de Cabo Delgado.

### 3.4.3 Fósseis

No que diz respeito a fósseis, em Moçambique ocorrem bivalves (*Astarté krenkeli*, *Trigonia smeii*, *Megatrigonia conocardiformis*) datados do Kimeridgiano Superior a Portlandiano, que foram depositados juntamente com sedimentos de fácies marinho pouco profundo (calcário arenítico com leitos micáceos no topo) na sequência do desmembramento do continente Gondwana no Jurássico Superior, cuja flexura do bloco da África Oriental possibilitou a ocorrência da transgressão marinha que atingiu o norte de Moçambique. Estas rochas sedimentares e fósseis fazem parte da Formação de Pemba (antiga Formação de Cucuni) na zona entre Nacala e Mossuril, na Bacia do Rovuma (Afonso *et al.*, 1998; Bingen *et al.*, 2007).

O Cretácico foi caracterizado por dois ciclos transgressivos: o primeiro do Eocretácico, que vai do Neocomiano ao Apciano, e o segundo do Mesocretácico-Neocretácico, que vai do Turoniano ao Maestrichtiano (Afonso *et al.*, 1998).

A Bacia do Rovuma é caracterizada pela ocorrência de bivalves (*Megatrigonia schwarzi*), gastrópodes e equinodermes datados do Neocomiano, relacionados com a ocorrência de um ciclo transgressivo de fácies nerítico, infralitoral no período Neocomiano-Albiano. Fauna de amonites de idade apciana ocorre mais para leste da Bacia, juntamente com grés, margas, calcários siltosos e argilas, característicos de um ambiente marinho de mar aberto. Este conjunto faunístico e litológico faz parte da Formação de Pemba (Flores, 1961; Afonso *et al.*, 1998; Bingen *et al.*, 2007).

A Formação marinha de Pemba passa lateralmente para oeste para a Formação de Macomia (antiga Formação de Macondes) de fácies flúvio-deltaico, onde ocorrem restos de vegetais e troncos silicificados em rochas pelíticas, de idade apciana.

No sul, na Bacia de Moçambique, ocorrem sedimentos finos com fauna abundante de globigerinídeos e outros foraminíferos pelágicos e amonites (*Mortoniceras*, *Deiradoceras*) datados de Barremiano-Albiano-Apciano, que assentam sobre grés margo-argilosos e glauconíticos. Este pacote sedimentar é conhecido por Formação de Maputo (Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

No Neocretácico, na Bacia de Moçambique, iniciou-se um novo ciclo transgressivo, no qual o mar avançou para oeste cobrindo os terrenos da Formação de Sena. Sobre esta formação encontra-se a Formação de Grudja, depositada numa Bacia orientada na direcção N-S, desde o rio Save ao rio Zambeze. Os sedimentos da Formação de Grudja foram gerados num ambiente litoral, evidenciado pela ocorrência de fósseis de ostras do tipo *Alectronya (lopha) ungulata* (Fig. 3.32), *Hexogyres*, *Ostrea* sp., *Cardium* sp., *Cardita* sp. e fragmentos de *Inoceramus* sp., que se encontram na base da sequência, e parálico, sugerido pela microfauna de foraminíferos (*Cibicides* sp., *Nodosaria* sp., *Marginulita* sp. e *Robulus*) no topo (Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

A Formação de Grudja passa lateralmente, do lado oeste, para a Formação de Mapai (antiga Formação de Singuedéze/Elefantes), gerada em ambiente continental-marinho, onde ocorre fauna de moluscos (*Alectronya ungulata*).

Na Bacia do Rovuma, na bordadura da baía de Condúcia, ocorre uma sequência transgressiva que se inicia no Turoniano com fácies de mar aberto, contendo fauna de



amonites e nautilóides. Esta sequência sedimentar faz parte da Formação de Pemba (antiga Formação de Condúcia).

O evento transgressivo anterior continua ao longo do Campaniano-Maestrichtiano e é responsável pela ocorrência de microfauna do género *Globotruncana* (*G. arca*, *G. ventricosa*, *G. falsosturti*) em depósitos de margas por vezes siltosas, com concreções calcárias e gipsíferas pertencentes à Formação de Mifume (antiga Formação das Margas com *Globotruncana*) (Flores, 1961; Afonso *et al.*, 1998; Bingen *et al.*, 2007).



**Fig. 3.32** Ostra *Lopha Ungulata* em exposição no Museu Nacional de Geologia.

No Terciário, na sequência da abertura do Oceano Índico, as flexuras produzidas na margem oriental do bloco africano possibilitaram a instalação de dois tipos de bacias: marinhas, que albergaram depósitos do Paleogeno, associados à transgressão eocénica, e híbridas com a dualidade de depósitos marinhos a leste e depósitos continentais a oeste, do Neogénico (Afonso *et al.*, 1998).

Numulites, gastrópodes, equinodermes e restos de corais ocorrem na Bacia de Moçambique, em calcários brancos pertencentes à Formação de Cheringoma, juntamente com calcários oolíticos e calcários glauconíticos que são depósitos transgressivos marinhos de mar aberto infralitoral, com águas claras e quentes, pertencentes ao Eoceno (Flores, 1966; Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

Do mesmo período, também ocorrem na Bacia do Rovuma, numulites, bivalves, gastrópodes e corais em calcários gresosos amarelados bioclásticos, com alguns níveis

gresosos pertencentes à Formação de Alto Jingone (antiga Formação de Quissirupa/Repa) (Moura, 1974; Afonso et al., 1998; Bingen *et al.*, 2007).

Do Neogénico, ocorrem na Bacia de Moçambique sedimentos marinhos depositados num ambiente infralitoral de águas claras, representados por uma camada intermédia de calcários castanhos com fauna de miliolídeos, alveolinídeos, miogipsinídeos e lamelibrânquios, que permitiu datá-la do Miocénico Inferior. Esta camada intermédia sobrepõe-se a calcários e margas de base. No topo ocorre um calcário cristalino duro. O ambiente sedimentar anterior passa para um ambiente litoral mais próximo da costa, representado por grés com fauna de lamelibrânquios, gastrópodes, equinodermes e celenterados, com níveis conglomeráticos recobertos por bancos calcários. Esta sequência sedimentar está agrupada na Formação de Jofane (Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

Na sequência da fase transgressiva iniciada no Neogénico, o fácies marinho passa lateralmente para o do tipo litoral-continental, representado na região de Inhaminga por depósitos sedimentares englobados na Formação de Inhaminga. Nesta formação ocorre grés micáceo de cor de vinho, de granularidade fina a média, com cimento carbonatado e/ou argiloso com fósseis de lamelibrânquios, gastrópodes e foraminíferos (*Quinqueloculina*, *Robulus* e *Cancris*) (Flores, 1966; Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

Na Bacia do Rovuma, em simultâneo com a deposição de sedimentos da Formação de Inhaminga, depositaram-se sedimentos que constituem a Formação de Quissanga (antiga Formação de Sancul/Cogune), também constituída por calcários recifais e sub-recifais, passando, para sul da Bacia, a calcários gresososossilíferos com equinodermes, coraliários, rotalídeos e foraminíferos (Flores & Nosedá, 1960; Afonso *et al.*, 1998; Bingen *et al.*, 2007).

A Formação de Mazamba representa a passagem lateral de fácies marinho (Formação de Inhaminga) para fácies continental e é constituída por grés arcósico e grés conglomerático contendo restos de fósseis de moluscos e crustáceos, indicadores do Miocénico Inferior, na região de Inhaminga e Chicolane, no Baixo Zambeze (Afonso *et al.*, 1998; GTK Consortium, 2006b).

Em termos de vegetação fóssil, de referir a ocorrência de troncos fossilizados do Pérmico na Província de Tete. Tratam-se de coníferas *Dadoxylon nicoli seaward* e *Dadoxylon sp.* que podem ser encontrados nas seguintes áreas (Ferrara, 2004; Fig. 3.33):

- Mágoè;
- Carangache (Estima);
- Chipera;
- Sudeste de Moatize;
- Doa

#### 3.4.4 Recursos energéticos

Os recursos energéticos actualmente explorados em Moçambique são o carvão e o gás natural *onshore*. Os jazigos de gás natural ocorrem na região de Pande, Temane, Búzi e há indícios da sua ocorrência próximo de Divinhe e Inhaminga. O jazigo mais importante de gás natural é o de Pande, na Província de Inhambane, com importantes reservas e actualmente em exploração. Outro jazigo de gás natural que também está a ser explorado é o de Temane, na Província da Zambézia.

No que diz respeito ao petróleo, existem indícios da ocorrência deste recurso natural na Bacia do Rovuma, na região norte do país. Empresas do Canadá, Estados Unidos, Malásia e Itália têm estado a pesquisar hidrocarbonetos na Bacia do Rovuma, mas quantidades economicamente viáveis para a sua exploração ainda não foram descobertas. Existem esperanças de que o petróleo ainda possa vir a ser descoberto em virtude de a Bacia do Rovuma e a Bacia de Moçambique apresentarem condições litológicas e tectono-estruturais favoráveis para a ocorrência de hidrocarbonetos.

No entanto, as pesquisas apontam para a presença de quantidades significativas de gás natural na Bacia do Rovuma.

O carvão ocorre com frequência nos sedimentos do Karoo Inferior em Moçambique, mas está geralmente depositado na Formação de Moatize (Fig. 3.34). A estrutura mais importante onde ocorre o carvão é o Graben do Zambeze, com uma extensão de mais de 350 km. A Bacia do Zambeze subdivide-se nas seguintes sub-Bacias: Mecúcuè, Mucanha-Vúzi, Chicôa, Mefideze, Sanangoè, Moatize-Minjova, Muarádzi-N'condezi, Chitima-Changara e Baixo Chire. Considera-se que Mucanha-Vúzi é uma sub-Bacia da Bacia de Chicôa-Mecúcoè. Todas estas sub-Bacias correspondem, em termos tectónicos, a estruturas do tipo graben ou semi-graben. Em termos de exploração económica, as sub-Bacias de Moatize-Minjova e de Mucanha-



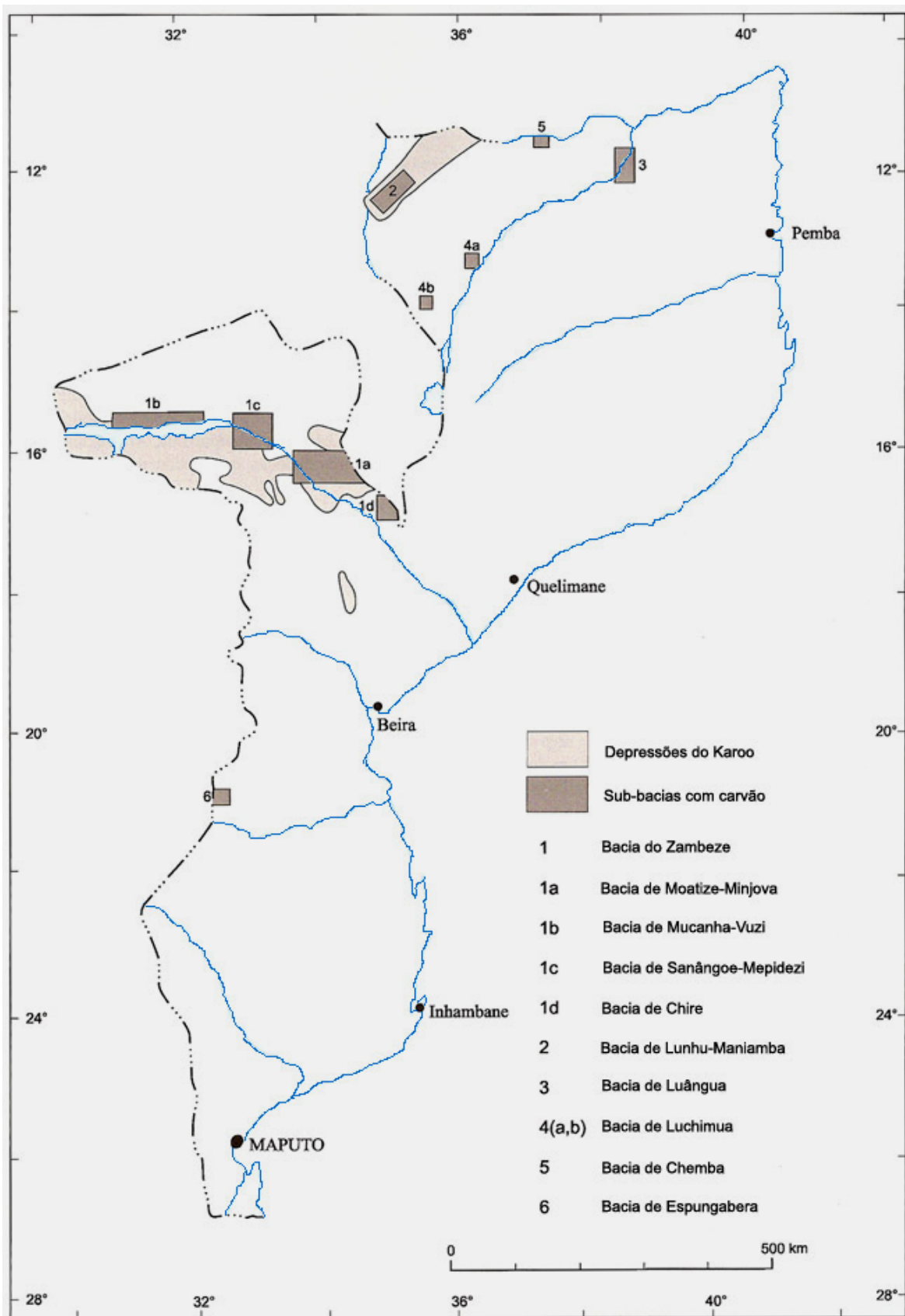


Fig. 3.34 Bacias onde ocorre carvão em Moçambique (adaptado de Lächelt, 2004).

## **CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DE METODOLOGIA DE INVENTARIAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO EM MOÇAMBIQUE**

### **4.1 Introdução**

A inventariação do património geológico deve ser desenvolvida em função dos objectivos que se pretendem alcançar. No caso de Moçambique, o processo de inventariação, caracterização e avaliação visa possibilitar a identificação dos geossítios mais representativos do património geológico moçambicano, para que estes sejam englobados numa estratégia nacional de geoconservação e facilmente integráveis em estratégias à escala regional ou mesmo internacional. Assim, propõe-se que para efeitos de geoconservação, este processo seja a etapa inicial da estratégia nacional para a conservação de sítios geológicos de interesse especial. A estratégia de geoconservação, deverá naturalmente incluir as fases subsequentes à inventariação e avaliação, nomeadamente a classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização.

Existem vários métodos de inventariação de geossítios. Um dos métodos consiste em fazer uma inventariação aleatória sem ter em consideração nenhum contexto geológico. Uma das desvantagens deste método é que o mesmo não permite fazer um juízo da relevância nacional ou regional dos geossítios seleccionados, devido à ausência de uma base contextual para o efeito.

A aplicação do método aleatório, durante a inventariação de geossítios à escala nacional, torna o processo bastante moroso, interminável e ineficaz. Por outro lado, percorrer todo o território nacional a inventariar geossítios também é impraticável devido à grande extensão do mesmo e seria necessária uma boa disponibilidade financeira para custear os trabalhos, um elevado número de geólogos e muito tempo para cobrir todo o território, condições de que o país não dispõe.

Assim, para que o processo de inventariação do património geológico de Moçambique seja eficaz deve ser bem sistematizado.

O mecanismo proposto na presente Dissertação para a sistematização do inventário nacional é a criação de categorias temáticas como etapa inicial, isto é, o contexto geológico segundo o qual o inventário do património geológico nacional deverá ser realizado. As categorias temáticas deverão ser as unidades geológicas mais representativas da geologia de Moçambique, definidas por consenso pelos especialistas moçambicanos. A criação de categorias temáticas de âmbito nacional deverá possibilitar



o relacionamento com as categorias dos países vizinhos e tornar possível o estabelecimento de categorias temáticas de âmbito regional ou mesmo internacional.

Segundo Brilha (2005), um mecanismo que pode facilitar a definição de categorias temáticas de âmbito nacional consiste na separação inicial dos especialistas segundo as suas áreas de especialidade geológica, nomeadamente geomorfologia, tectónica, mineralogia, estratigrafia, paleontologia, etc., para facilitar a interacção e ligação entre estes especialistas dentro das respectivas áreas, que se vai reflectir numa melhor definição das categorias.

Após a definição das categorias temáticas, segue-se a inventariação de geossítios para cada categoria anteriormente definida. Posteriormente, deve proceder-se à avaliação dos geossítios, para permitir encontrar os melhores representantes de cada categoria. Assim, seleccionados por cada categoria temática, os geossítios mais relevantes poderão ser propostos para classificação (âmbito local, nacional, regional, etc.).

Os geossítios propostos para serem classificados devem antes passar por uma avaliação da sua vulnerabilidade de degradação ou perda por causas naturais e/ou antrópicas no âmbito de uma estratégia visando a sua conservação. Os geossítios que apresentarem baixa vulnerabilidade poderão ser alvo de acções para a sua valorização e promoção. Os mais vulneráveis deverão ser protegidos e conservados enquanto se criam condições favoráveis para que estes também possam ser integrados em actividades para a sua valorização e divulgação.

Neste capítulo, após uma análise de experiências internacionais e de métodos de avaliação propostos por diversos autores, apresenta-se uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico moçambicano. Utilizam-se alguns exemplos de aplicação, referentes a locais de interesse geológico situados na província de Maputo, que visam testar o método proposto de avaliação da relevância dos geossítios.

## **4.2 Análise de experiências internacionais em acções de inventariação**

### **4.2.1 A experiência da Grã-Bretanha**

Na Grã-Bretanha, a identificação de geossítios teve início em 1944, sob responsabilidade do Sub-Comité de Reservas Geológicas (*Geological Reserves Sub-*

*Committee*), que é um órgão do Comité de Investigação de Reservas Naturais (*Nature Reserves Investigation Committee – NRIC*). Este sub-comité publicou alguns geossítios situados na Inglaterra e no País de Gales, divididos nas seguintes categorias (Wimbledon *et al.*, 1995; Wimbledon, 1996): 72 Áreas de Conservação, 48 Monumentos Geológicos, 198 Secções Controladas e 73 Secções Registadas.

Estas categorias não foram adoptadas pela legislação britânica, mas quase todos os geossítios tornaram-se em Sítios de Interesse Científico Especial (*Sites of Special Scientific Interest – SSSIs*), de acordo com a legislação britânica *Countryside Act 1949*.

Entre 1967 e 1977 foi implementado um programa denominado por Revisão para a Conservação da Natureza (*Nature Conservation Review – NCR*), que tinha uma metodologia que consistia na indicação por parte dos membros da Comissão para a Conservação da Natureza (*Nature Conservancy*), de peritos para procederem à inventariação e avaliação de geossítios.

Em 1974, o Conselho para a Conservação da Natureza (*Nature Conservancy Council*), desenvolveu um programa denominado por Revisão para a Conservação Geológica (*Geological Conservation Review – GCR*). O programa GCR começou a ser executado a 3 de Outubro de 1977, tendo até esta data sido concluídos vários estudos preliminares. A metodologia utilizada neste programa já estava a ser desenvolvida desde 1961, no âmbito de programas anteriores.

O programa GCR foi concebido com o objectivo de seleccionar e documentar um inventário completo de geossítios, com o estatuto de SSSIs, para efeitos de conservação. De acordo com este programa, a selecção dos geossítios devia ser realizada com eficácia, segundo os critérios e linhas de orientação criadas para o efeito, e a avaliação dos geossítios candidatos à conservação deveria ser realizada dentro de um contexto nacional ou supranacional e não local.

A análise de procedimentos anteriores como, por exemplo, daquele que consistia em listar geossítios para conservação por indicação de um pequeno grupo de especialistas, revelou que aquela prática produzia resultados inconsistentes e incompletos, pelo facto de não ser sistematizada e estar sujeita à influência das inclinações ou preferências científicas das partes integrantes do grupo.

A indicação de geossítios de modo não sistematizado pode fazer com que sítios geológicos relevantes fiquem de fora no processo de geoconservação, ou porque estes não são conhecidos ou porque do ponto de vista de um grupo de especialistas os mesmos são menos importantes.

Devido a este facto, o programa GCR adoptou uma metodologia que consistia em não consultar apenas um grupo restrito de peritos, mas em procurar o envolvimento de todos na busca de um consenso generalizado, criando oportunidades para que todos possam dar a sua contribuição, e em fazer consultas a todos os peritos de reconhecido mérito nas respectivas áreas.

O programa GCR foi concebido para seleccionar geossítios, cada um dentro de um contexto ou interesse, num único e simultâneo processo de selecção em toda a Grã-Bretanha. Um aspecto particular deste programa é que este não pretendia fazer uma lista dos geossítios representativos de todo o tipo de rochas ou formações, sítios mineralógicos ou paleontológicos, mas em fazer uma amostragem sistemática das unidades estratigráficas e eventos representativos da geologia da Grã-Bretanha, bem como do conjunto de características geomorfológicas.

Segundo Wimbledon *et al.* (1995), o melhor procedimento actual para preparar uma lista de geossítios abrangente e válida para efeitos de conservação compreende cinco estágios:

1. Definição das categorias temáticas segundo as quais os geossítios serão inventariados e quantificados;
2. Identificação dos potenciais geossítios candidatos a serem incluídos nessas categorias temáticas;
3. Desenvolvimento e aplicação de critérios existentes para seleccionar os melhores geossítios;
4. Documentação de cada um dos geossítios seleccionados para conservação;
5. Apresentação dos resultados e ampla publicação dos mesmos para promoção da geoconservação.

Na Grã-Bretanha, as categorias temáticas foram criadas no âmbito do programa GCR, com base no interesse científico dos geossítios. A coluna geológica foi dividida em unidades estratigráficas, eventos e fases geológicas (p.ex. episódios ígneos ou orogénicos), para produzir os denominados blocos (Wimbledon *et al.*, 1995). Estes blocos foram criados para representar todas as fases ígneas intrusivas e extrusivas importantes, eventos metalogénicos e mineralizantes e as fases orogénicas da história geológica da Grã-Bretanha. Para contextualizar os registos estratigráficos e

sedimentares (incluindo o Quaternário) e os geossítios que demonstram a evolução de grupos de plantas e de animais relevantes também foi aplicado o mesmo princípio.

Para os geossítios com interesse estratigráfico considerou-se que a maior parte das suas características seria coberta por uma divisão cronoestratigráfica, a saber: interesse sedimentar, geoquímico, paleoecológico e, principalmente, paleontológico.

As fases ígneas e os eventos tectónicos foram imediatamente demarcados e as suas categorias facilmente definidas.

Dos 99 blocos de selecção (categorias temáticas) do programa GCR, 40 estão relacionados com estratigrafia, 16 com paleontologia, 24 com geologia e geomorfologia do Quaternário, 7 com estruturas tectónicas, 6 com actividade ígnea e 6 com mineralogia.

A maior parte dos blocos foram definidos em função do tempo (período geológico) e espaço o que permitiu que os geossítios fossem facilmente categorizados e nomeados. Todos os blocos de selecção demonstram os principais eventos na evolução da vida, sedimentação, vulcanismo e tectónica num determinado período geológico.

Os blocos de selecção do programa GCR, para além de terem sido criados em função da posição espacial ou temporal, também foram criados tendo em conta a informação que estes transmitem sobre determinados processos. Por exemplo, alguns demonstram processos de deposição em rios (Bloco fluvial), processos de formação de minerais (Bloco de metalogénese) e processos erosivos e de deposição (Bloco de geomorfologia costeira), etc.

Em geral, os blocos de selecção pretendem agrupar conjuntos de geossítios capazes de demonstrar e representar um determinado valor por toda a Grã-Bretanha. Assim, os geossítios foram seleccionados para mostrar rochas, formas do relevo e outros aspectos importantes para a compreensão dos períodos geológicos.

As linhas de orientação adoptadas pelo programa GCR para a selecção de geossítios, e que actualmente são usadas como padrão em toda Grã-Bretanha, são (Wimbledon *et al.*, 1995):

1. Todo o geossítio candidato à conservação deve ser conservável;
2. A duplicação de interesses ou de valores entre os geossítios candidatos deve ser mínima. De entre vários sítios candidatos com o mesmo tipo de interesse,

será dada prioridade para conservação ao sítio que melhor representa o interesse em causa.

3. Num conjunto de geossítios, deve ser dada preferência aos geossítios que apresentam características relacionáveis, de modo a que juntos possam representar ou mostrar um determinado aspecto;
4. Deve ser dada preferência aos geossítios candidatos com registos geológicos extensos ou relativamente completos. Os geossítios deverão possuir um registo completo de fósseis, tipos de rochas ou minerais ou uma sequência sedimentar completa. Formas de relevo ou paisagens com tais características devem permanecer intactas, na sua condição natural;
5. Deve ser dada preferência a geossítios candidatos que são reconhecidos como representativos, que mostram um evento ou processo significativo, ou que de certa forma seja um geossítio modelo (o melhor geossítio numa área);
6. Será dada preferência a geossítios que já tenham sido estudados detalhadamente, com uma longa história anterior de interpretações.
7. Geossítios candidatos com potencial para futuros estudos e interpretações devem ser preferidos relativamente a geossítios antes trabalhados e que tenham oferecido poucas possibilidades para se alcançarem bons resultados;
8. Deve ser dada preferência aos geossítios de que se dispõe informação alargada permitindo correlação e interpretação;
9. Será dada preferência a geossítios candidatos com posição paleogeográfica relevante, como por exemplo, áreas com sequências, fácies ou tipo de rochas particulares.
10. Cada geossítio escolhido para ser conservado deve dar uma contribuição vital para a compreensão do conjunto de geossítios GCR que este representa. Cada grupo de geossítios deve representar e demonstrar as características, ambientes, processos ou eventos indicados pelo nome do período particular ou bloco temático de selecção.

No âmbito do programa GCR, a escolha dos geossítios para conservação foi realizada com base na avaliação e selecção de dados publicados e não publicados, parecer de especialistas, exame dos geossítios no terreno e análise de materiais guardados em museus ou na posse de coleccionadores.

A identificação dos geossítios candidatos ao processo de conservação obedeceu às seguintes etapas:

1. Informação aos indivíduos que iam participar nos trabalhos de inventário acerca dos objectivos, produtos, métodos e critérios de selecção, linhas de orientação do programa e dos requisitos necessários para seleccionar geossítios que demonstrem as características mais salientes e fundamentais de um determinado tópico.
2. Identificação e caracterização dos geossítios com base em informações publicadas (históricas e recentes) e não publicadas.
3. Avaliação dos geossítios candidatos com base na informação disponível e no parecer de peritos. Circulação da lista de potenciais geossítios entre especialistas para obtenção de pareceres.
4. Visitas aos geossítios, com o objectivo de confirmar a existência de um determinado interesse e comparar a realidade no terreno com os dados publicados.
5. Elaboração de estudos de gabinete, análise de dados colhidos no terreno e das recomendações dadas pelos peritos.
6. Elaboração da lista preliminar dos geossítios seleccionados.
7. Verificação da cobertura proposta.
8. Aprovação da lista, em conformidade com os critérios e linhas de orientação e em colaboração com o oficial do programa GCR responsável pela coordenação dos blocos de selecção.
9. Deste processo resultaram dois produtos: a) documentos para a notificação dos geossítios – um mapa na escala 1:10 000 que mostra a área de interesse para o tópico, um resumo explicativo do interesse do geossítio e cobrindo apenas o tópico tratado (100 a 500 palavras) e b) dados necessários para a inclusão do geossítio num relatório relevante do programa GCR.

Na Grã-Bretanha, Sítios Geológicos/Geomorfológicos Regionalmente Importantes (*Regionally Important Geological/geomorphological Sites - RIGS*) são geossítios com um grau de importância regional (Inglaterra, País de Gales e Escócia), considerados como merecedores de protecção devido à sua importância para as Ciências



da Terra, mas que, no entanto, não se encontram protegidos com o estatuto de Sítios de Interesse Científico Especial (SSSIs).

Os RIGS são análogos aos sítios biológicos sem nenhum estatuto e incluem reservas de protecção de vida selvagem, reservas naturais locais, sítios educacionais e sítios indicados para SSSIs, etc. Em geral, o principal valor dos RIGS é educacional e um dos seus principais objectivos é a conservação de uma rede de sítios com este propósito.

A selecção dos RIGS tem sido efectuada por grupos locais e os critérios de selecção incluem o valor educacional, científico, histórico e estético, com maior ênfase para o primeiro (Harley, 1994).

#### **4.2.2 A experiência da Espanha**

Em 1979, o Instituto Tecnológico Geomineiro de Espanha (ITGE) desenvolveu um projecto com o objectivo de definir as características e metodologias a adoptar no inventário do património geológico espanhol. Este projecto preliminar englobava (Elizaga, 1988; Cortés *et al.*, 2000):

1. Revisão e análise documental a nível nacional e internacional.
2. Preparação de resumos de dados de fundamentação e divisão do território nacional em unidades geológicas nas quais as características do inventário eram similares.
3. Conclusão dos resumos de dados de fundamentação *in situ* para os 20 sítios inicialmente seleccionados, com o objectivo de testar e validar os resumos elaborados.
4. Avaliação do tempo e dos requisitos necessários para a execução do projecto de inventariação, concepção do plano para o desenvolvimento do inventário geral e criação da metodologia.

A metodologia definida durante o projecto preliminar envolvia as seguintes fases (Cortés *et al.*, 2000):

1. Criação da lista de colaboradores e distribuição de um questionário com a finalidade de se obter a lista inicial de características geológicas excepcionais, que incluía, por exemplo:
  - Nome do sítio
  - Localização
  - Breve descrição do interesse
  - Categorias de interesse:
    - Na base do interesse (elevado, médio ou baixo nas seguintes categorias: estratigráfico, paleontológico, tectónico, hidrogeológico, petrológico, aspectos geotécnicos, mineração, mineralógicos, geomorfológicos, geofísicos, geoquímicos, museus e colecções).
    - Na base do uso (elevado, médio ou baixo nas seguintes categorias: turismo, ciência, ensino e económico).
    - Na base da influência (local, regional, nacional ou internacional).
  - Breve comentário geral
2. Selecção preliminar dos sítios excepcionais através de uma avaliação quantitativa do número e qualidade das características de cada um deles. O objectivo desta selecção preliminar era obter um conjunto de sítios excepcionais de natureza variada, no que se refere à tipologia e idade. Durante este processo de selecção, atribuiu-se um valor especial a factores tais como a importância do sítio para a interpretação da geologia da região, a qualidade e diversidade dos seus atributos, a importância da geologia do ponto de vista da história ou ensino, a abundância/raridade de tais sítios, condições de observação, beleza cénica, etc.
3. Selecção subsequente de sítios que poderão, após os estudos de campo, tornar-se nos sítios de interesse geológico escolhidos na área. Durante este segundo processo de selecção de geossítios, para além dos aspectos intrínsecos aos geossítios, também foram tomados em consideração os aspectos de natureza extrínseca, tais como acessibilidade, aspectos relacionados com a actividade

turística, aspectos informativos, proximidade relativamente às áreas de serviço e centros urbanos, etc.

A metodologia utilizada em Espanha para o inventário nacional de sítios geológicos até 1987 foi a descrita anteriormente, sendo abrangido cerca de 20% do território espanhol (Cortés *et al.*, 2000).

Após dois anos de inactividade, devido a dificuldades de ordem orçamental, o trabalho de inventariação foi incluído num projecto de cartografia geológica na escala 1:50.000. Devido à natureza dos trabalhos de cartografia em questão, o inventário apenas foi até à segunda fase da metodologia geral de inventário.

Para além do ITGE, outras instituições realizaram trabalhos de inventariação sectoriais. Por exemplo, em 1983, o Conselho do Condado de Valência publicou o livro “*Sites of Geological Interest in the Province of Valência*”. Entre 1985 e 1990, o Conselho do Condado de Guipúzcoa procedeu a um inventário que resultou na selecção de 6 áreas e 28 sítios de interesse geológico.

Com o objectivo de eliminar as deficiências das metodologias de inventariação anteriores e dar continuidade ao inventário nacional de sítios de interesse geológico, Cortés *et al.* (2000) propuseram a adopção de uma metodologia cuja implementação passa inicialmente pelo desenvolvimento e melhor definição dos critérios a serem usados na classificação e avaliação do património geológico, bem como na aceitação destes critérios pelas organizações e agentes envolvidos no trabalho de inventariação. Os critérios a serem considerados deveriam ser agrupados em três tipos principais (Cortés *et al.*, 2000):

- a) Valor intrínseco;
- b) Potencial para uso;
- c) Necessidade de protecção.

Por outro lado, de acordo com a metodologia do projecto *Geosites*, a compilação de uma lista de sítios geológicos internacionalmente relevantes passa por uma prévia preparação da lista de categorias temáticas de transcendência mundial. As categorias temáticas propostas pelo ITGE para o efeito, classificadas por áreas temáticas, são (Cortés *et al.*, 2000):

- Categorias geomorfológicas;
- Categorias sedimentares;
- Categorias estratigráficas;
- Categorias paleontológicas;
- Categorias petrológicas;
- Categorias vulcanológicas;
- Categorias geotectónicas;
- Categorias metalogénicas.

### **4.2.3 A experiência da Itália**

Em Itália ainda não existe até ao momento um programa nacional bem organizado de inventário de sítios de interesse geológico (ProGEO Italia, 1998). Apesar disso, o inventário de geossítios tem vindo a ser desenvolvido por regiões (Províncias) em Itália.

Em geral, o critério seguido na inventariação de geossítios em Itália é principalmente genético e discrimina os geossítios em função da sua importância estratigráfica, tectónica, hidrogeológica, paleontológica ou mineralógica, de acordo com os fenómenos que estes produzem (endógenos ou exógenos ou relacionados com a actividade antrópica).

Em Itália, a inventariação de geossítios é baseada essencialmente nos seguintes critérios (ProGEO Italia, 1998; Massoli-Novelli *et al.*, 1998; Massoli-Novelli *et al.*, 1999):

- Interesse científico;
- Representatividade (distribuição, extensão do geossítio, características aflorantes, frequência);
- Exclusividade e/ou raridade das formas ou dos afloramentos;
- Diversidade;
- Associação com outro tipo de características (naturalístico, paleoetnológico, arqueológico, histórico, cultural, etc.);
- Valor didáctico;
- Acessibilidade (também para propósito educacional);

- Atracção cénica;
- Estado de preservação;
- Vulnerabilidade;
- Nível de interesse (local, regional, nacional, internacional).

No geral, as metodologias utilizadas na inventariação de geossítios em Itália seguiram os seguintes passos (ProGEO Italia, 1998):

1. Desenvolvimento das linhas de orientação para a selecção dos geossítios e preparação do modelo para conter todo o tipo de dados;
2. Pesquisa de literatura publicada e de todo o tipo de documentos disponíveis (artigos científicos, jornais, magazines, legislação e documentos de organismos oficiais);
3. Verificação, no terreno, da informação mencionada e possível inclusão de dados novos;
4. Preenchimento de fichas de inventário com todos os dados disponíveis de cada geossítio (breve descrição do geossítio, seu valor científico, nível de interesse, estado de preservação, disponibilidade, referências conhecidas, etc.);
5. Desenho de um esboço para cada forma e de um mapa com a localização dos geossítios inventariados;
6. Imagens fotográficas;
7. Organização do conjunto de dados com notas introdutórias relacionadas com a metodologia usada e critério, elementos da legislação, etc.;
8. Compilação de uma lista exhaustiva de referências.

No âmbito do Projecto *Geosites*, o grupo italiano da ProGEO está a trabalhar para criar uma lista preliminar de áreas e/ou unidades estruturais (categorias temáticas), consideradas como representativas da geologia de Itália. Este grupo tem-se dedicado ao desenvolvimento de metodologias para a selecção dos geossítios (criando uma série de linhas de orientação a serem publicadas, tendo em vista padronizar futuras actividades de inventariação) e à concepção de um programa nacional de inventariação.

#### 4.2.4 A experiência da Irlanda

Na Irlanda, a selecção de geossítios tem vindo a ser desenvolvida obedecendo a temas definidos dentro do Cárstico (*Karst*) e da Paleontologia do Devónico (Parkes & Morris, 1999). Foram identificados 17 temas para representar a geologia e a geomorfologia da Irlanda.

Um aspecto importante do programa sobre o património geológico irlandês é a inclusão e o envolvimento de proprietários de terra e das comunidades locais na protecção do seu património geológico.

O processo de selecção de geossítios NHA (*Natural Heritage Areas*) baseia-se na avaliação de geossítios dentro de cada tema. A selecção dos geossítios mais importantes para nomeação como Áreas de Património Natural (NHA) é feita de acordo com o mínimo requerido para demonstrar a compreensão actual de um determinado tema. Na Irlanda, a selecção de geossítios baseia-se em três critérios principais que são: representatividade, exclusividade ou excepcionalidade e importância internacional (Parkes & Morris, 1999).

#### 4.2.5 A experiência de Portugal

Segundo Brilha (2005), não existe em Portugal uma estratégia a nível nacional visando a geoconservação do património geológico, tendo sido realizados nos últimos anos trabalhos de identificação, caracterização e valorização do património geológico em algumas regiões e áreas protegidas.

Para organizar o conhecimento existente sobre o património geológico português, o grupo da ProGEO-Portugal decidiu aplicar uma metodologia já em curso noutros países europeus, que consiste na definição de categorias temáticas. Os trabalhos da ProGEO-Portugal levaram à definição de 14 categorias temáticas de âmbito internacional que se seguem (Brilha *et al.*, 2005):

- A província metalogénica W-Sn Ibérica
- Bacias terciárias da margem ocidental ibérica
- Costas baixas de Portugal
- Dinossauros da Ibérica ocidental

- Fósseis ordovícicos do Anticlinal de Valongo
- Geologia e metalogenia da Faixa Piritosa Ibérica
- Mármore paleozóicos da Zona Sul Portuguesa
- Meso-Cenozóico do Algarve
- O arquipélago dos Açores no ponto triplo América-Eurásia-África
- O Silúrico da Zona da Ossa Morena Portuguesa
- Rede fluvial, rañas e paisagens de tipo Apalachiano do Maciço Hespérico
- Registo Jurássico na Bacia Lusitânica
- Sistemas cárscicos de Portugal
- Uma transversal à Zona de Cizalhamento Varisco em Portugal

Estas categorias vão possibilitar a inventariação do património geológico português com relevância internacional, no âmbito do projecto europeu *Geosites*.

Uma proposta de definição de categorias geomorfológicas de âmbito nacional foi apresentada recentemente, no âmbito de uma tese de doutoramento (Pereira, 2006):

- Geofomas graníticas;
- Geofomas carbonatadas e evaporíticas;
- Geofomas vulcânicas;
- Geofomas residuais;
- Geofomas tectónicas;
- Geofomas fluviais;
- Geofomas litorais;
- Geofomas glaciárias e periglaciárias;
- Paisagens culturais.

Em Portugal, as principais categorias geomorfológicas já foram identificadas e alguns geossítios típicos para cada categoria já foram propostos, estando a proposta em fase de análise pela Associação Portuguesa de Geomorfólogos (Brilha, 2005).



### **4.3 Análise de métodos de avaliação internacionais**

Neste item procede-se a uma análise dos métodos de avaliação propostos por diversos autores e que visam a quantificação da relevância de geossítios.

#### **4.3.1 O método de Panizza, 1999 (Itália)**

Segundo Panizza (1999), os critérios para avaliar os atributos de um sítio geomorfológico são:

- Cénico
- Socio-económico
- Cultural
- Científico

O critério cénico (estético) é subjectivo. Neste caso, a avaliação da natureza depende da percepção individual e do estado de espírito do avaliador no momento. Esta deriva de sentimentos que, sendo percepções pessoais, se revelam altamente subjectivos, sendo por isso difícil de avaliar e comparar com os sentimentos e percepções dos outros.

O critério socio-económico tem a ver com o uso para propósitos de turismo, desporto, etc.

O critério cultural avalia aspectos da arte e cultura relacionados com o sítio geomorfológico.

O critério científico baseia-se nas leis que governam a evolução de um sítio geomorfológico, sendo avaliado de acordo com quatro indicadores que são:

1. Utilidade como um modelo de evolução geomorfológica;
2. Valor educacional;
3. Utilidade como um exemplo paleogeomorfológico;
4. Utilidade como suporte ecológico, porque este pode ser o habitat exclusivo de uma espécie de animal ou planta.

Os indicadores anteriormente referidos, são avaliados qualitativamente e em função da sua relevância, podem ser de valor elevado ou baixo.

Tendo em conta a sua relevância científica, o geossítio pode ter o seguinte nível de interesse (L):

- Mundial (L = 4)
- Super-regional (L = 3)
- Regional (L = 2)
- Local (L = 1)

O grau de preservação (C) é avaliado de acordo com a seguinte pontuação:

- Bem preservado (C = 1)
- Medianamente preservado (C = 0,5)
- Mal preservado (C = 0,25)

A qualidade científica (Q) dependente do nível de interesse (L) e do grau de preservação (C), que podem relacionar-se do seguinte modo:

$$Q = L * C \quad [1]$$

#### **4.3.2 O método de Coratza & Giusti, 2005 (Itália)**

O método proposto por Coratza & Giusti (2005) foi concebido para avaliar ou quantificar a Qualidade Científica de Geomorfofossítios. Trata-se de um método quantitativo no qual a atribuição de valores é fundamentada por várias linhas de orientação. A Qualidade Científica (Q) do sítio geomorfológico é avaliada considerando os seguintes parâmetros:

- Grau de conhecimento científico (CE), que está relacionado com o valor do geomorfofossítio para a investigação científica (S) e com o valor educacional (D);

- Área (A), relacionado com a área total ocupada por geomorfossítios similares presentes no território em análise;
- Raridade (R), relacionado com a quantidade de geomorfossítios similares presentes na área em análise;
- Grau de conservação (C), que depende de factores naturais e antrópicos;
- Exposição (E), em relação ao impacto visual;
- Valor adicional (Z), que está relacionado com a importância que um geomorfossítio assume devido a aspectos não geomorfológicos, mas que engrandecem o seu valor científico (p.ex. aspectos turísticos, ecológicos, etc.).

1. Grau de conhecimento científico (CE):

São solicitados peritos para expressarem a sua opinião sobre dois aspectos específicos que qualificam o geomorfossítio do ponto de vista científico:

- Importância para a investigação científica (S)
- Valor educacional (D)

Importância para a investigação científica (S)

Baixo (S = 0.25)

Médio (S = 0.50)

Elevado (S = 0.75)

Muito elevado (S = 1.00)

O valor para a importância para a investigação científica (S) nunca pode ser nulo, se não o geomorfossítio não será considerado como tal. O seu valor, deve ser atribuído considerando as seguintes linhas de orientação:

- Número e qualidade de publicações científicas relacionadas com o geomorfossítio;
- Existência de programas de investigação em curso que de certa forma dizem respeito ao geomorfossítio;

- Representatividade do geomorfossítio para a reconstrução do território no qual este está inserido;
- Importância do geomorfossítio para a história da geomorfologia em geral;
- Contributo que o estudo do geomorfossítio pode dar para a investigação científica.

### Valor educacional (D)

Nenhum valor educacional (D = 0.00)

Baixo (D = 0.25)

Médio (D = 0.50)

Elevado (D = 0.75)

Muito elevado (D = 1.00)

O valor educacional deve ser determinado considerando os seguintes critérios:

- Ser representativo de uma forma particular ou processo;
- Se o geomorfossítio é citado em textos educativos como sendo um sítio de certa importância;
- Se o geomorfossítio faz parte de alguns itinerários turísticos/educacionais;
- Se também é conhecido fora do mundo académico;
- Considera-se que um geomorfossítio tem um valor educacional mesmo quando nenhum material educacional tenha sido criado a seu respeito.

## 2. Área (A)

Este parâmetro é calculado como sendo a área do geomorfossítio dividida pela área total ocupada por todos os geomorfossítios do mesmo tipo na zona considerada, expresso em percentagem.

Menos de 25% da área total (A = 0.25)

Entre 25 a 50% da área total (A = 0.50)

Entre 50 a 90% da área total (A = 0.75)

Entre 90 a 100% da área total ( $A = 1.00$ )

O valor da área deve ser atribuído tendo em conta a seguinte observação:

- Diferentemente de outros sítios geológicos, quanto maior for o geomorfossítio, mais elevado será o seu valor.

### 3. Raridade (R)

A raridade é avaliada de acordo com a quantidade de elementos similares presentes no território em investigação.

Presença de numerosos elementos similares no território ( $R = 0.25$ )

Vários elementos similares no território ( $R = 0.50$ )

Muito poucos elementos similares no território ( $R = 0.75$ )

Exemplo único ( $R = 1.00$ )

O valor da Raridade deve ser atribuído considerando os seguintes critérios:

- A raridade do geomorfossítio é um factor muito importante, especialmente se este está abrangido por uma Avaliação do Impacto Ambiental (AIA) ou por processos de ordenamento territorial;
- A raridade aumenta se o geomorfossítio detém o testemunho de um ambiente morfoclimático diferente do actual.

### 4. Grau de conservação (C)

Este parâmetro pode depender de factores naturais, bem como de factores antrópicos.

Mau estado de conservação ( $C = 0.25$ )

Estado de conservação razoável ( $C = 0.50$ )

Bom estado de conservação ( $C = 0.75$ )

Excelente estado de conservação ( $C = 1.00$ )

O estado de conservação deve ser avaliado considerando os seguintes critérios:

- O grau de degradação natural que afecta o geomorfossítio;
- Existência de elementos antropogenéticos que alteraram ou destruíram parcialmente o geomorfossítio;
- Presença de actos de vandalismo;
- Presença de estruturas que protegem o geomorfossítio dos agentes naturais assim como antropogenéticos.

## 5. Exposição (E)

Exposição é considerada como sendo a visibilidade de um geomorfossítio.

Geomorfossítio fortemente condicionado (E = 0.25)

Geomorfossítio condicionado (E = 0.50)

Geomorfossítio não está particularmente condicionado (E = 0.75)

Geomorfossítio não está de todo condicionado (E = 1.00)

O grau de exposição deve ser avaliado considerando os seguintes critérios:

- O geomorfossítio está ofuscado pelo desenvolvimento humano e para que este seja observado correctamente é necessária uma grande aproximação;
- Alcançar o geomorfossítio pode ser muito difícil;
- Presença de estruturas humanas que perturbam a visão do geomorfossítio de longe;
- Presença de estruturas humanas que perturbam a visão do geomorfossítio de uma posição próxima;
- O geomorfossítio é visível de todos os ângulos visuais;
- O geomorfossítio está localizado num ponto panorâmico e emerge das paisagens circundantes.

## 6. Valor adicional (Z)

O valor adicional (Z) é o nível de percepção do geomorfossítio, devido a características não geomorfológicas, apesar de a geomorfologia se manter como o principal factor condicionante.

Nenhum valor adicional (Z = 0.00)

Valor adicional de pequena importância, a nível da curiosidade local (Z = 0.25)

Valor adicional de importância razoável (Z = 0.50)

Valor adicional de importância elevada (Z = 0.75)

Valor adicional de importância fundamental, sem o qual um determinado sítio pode perder uma quantidade considerável do seu valor geomorfológico (Z = 1.00)

O valor adicional deve ser atribuído considerando os seguintes critérios:

- O geomorfossítio também tem um certo valor ecológico e/ou naturalístico;
- Ao redor do geomorfossítio existem elementos geológicos que o enriquecem;
- O geomorfossítio tem um certo valor turístico e económico;
- O geomorfossítio tem um certo valor histórico-cultural;
- O geomorfossítio está dentro de uma área protegida.

A Qualidade Científica (Q) é calculada na base da seguinte fórmula:

$$Q = S + D + A + R + C + E + Z \quad [2]$$

onde: S, D, A, R, C, E, Z são os parâmetros acima mencionados. O valor de Q obtido pela aplicação da fórmula [2] é normalizado para valores de 0 a 1, de acordo com a expressão:

$$Q = Q_n / Q_{\max} \quad [3]$$



Onde  $Q_n$  = Qualidade Científica do geomorfossítio e  $Q_{max}$  = valor máximo que o geomorfossítio pode representar.

#### **4.3.3 O método de Bruschi & Cendrero, 2005 (Espanha)**

Bruschi e Cendrero (2005) apresentaram uma série de critérios tendo como objectivo a avaliação da relevância do património geológico em geral e não apenas do património geomorfológico. Os critérios foram agrupados em três categorias principais que são:

a) Valor intrínseco dos geossítios (mérito científico)

- Abundância/raridade
- Grau de conhecimento científico
- Utilidade como modelo ou exemplo de processos
- Diversidade de elementos de interesse
- Idade
- Local-tipo
- Associação com património histórico, arqueológico e artístico
- Associação com outro tipo de património natural
- Estado de conservação

b) Potencial para uso (utilidade social)

- Actividades que podem ser desenvolvidas
- Condições de observação
- Acessibilidade
- Extensão
- Proximidade em relação a centros de serviços
- Condição socio-económica da área

## c) Potencial de ameaças e necessidade de protecção (urgência de actuação)

- Número de habitantes nas zonas envolventes
- Ameaças actuais ou potenciais
- Possibilidade de colheita de objectos
- Relação com outros projectos existentes
- Interesse para exploração mineral
- Posse de terra

Os indicadores usados para medir os critérios anteriormente referidos são apresentados nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3. Para cada indicador foi estabelecida uma classificação de 0 a 4. A expressão que se segue pode ser aplicada para avaliar geossítios, usando os indicadores anteriormente apresentados:

$$V_{SGI} = (Q_i + U_i + P_i)/3 \quad [4]$$

onde:

$V_{SGI}$  = valor ou mérito do geossítio (0-1);

$Q_i$  = qualidade intrínseca (0-1);

$U_i$  = potencial para uso (0-1);

$P_i$  = necessidade de protecção (0-1).

$$Q_i = (A + K + Ex + D + Ag + T + Ch + N + C)/4$$

$$U_i = (Act + O + Acc + E + S + SE)/4$$

$$P_i = (I + T + CO + P + M + L)/4$$

O significado das variáveis das expressões acima é referido nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3.

**Tabela 4.1** Indicadores e classificação para os critérios relacionados com a qualidade intrínseca (Qi), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do Qi. Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).

Qualidade intrínseca	
Indicadores	Classificação
<b>Abundância/raridade (A)</b>	4 Apenas um exemplo na região
	3 2-4 exemplos
	2 5-10 exemplos
	1 11-20 exemplos
	0 >20 exemplos
<b>Grau de conhecimento científico (K)</b>	4 Mais do que uma tese de doutoramento; vários artigos em revistas nacionais/internacionais
	3 Uma tese de doutoramento; pelo menos um artigo em revista internacional ou vários artigos em revistas nacionais
	2 Um artigo em revista nacional
	1 Algumas notas em revistas nacionais ou artigos em revistas locais ou regionais
	0 Nenhuma publicação
<b>Utilidade como modelo ou exemplo de processos (Ex)</b>	4 Processos activos actuais claramente visíveis e interpretáveis
	2 Formas de erosão/deposição de processos actuais não claramente definidos
	0 Formas antigas e/ou depósitos cujo uso para a interpretação de processos antigos é difícil
<b>Diversidade de elementos (geomorfológicos, estratigráficos, paleontológicos, etc.) (D)</b>	4 5 ou mais elementos
	3 4 elementos
	2 3 elementos
	1 2 elementos
	0 Apenas 1 elemento
<b>Idade (critério difícil e não consensual; quanto mais antigo, maior é a relevância (Ag)</b>	4 Mesozóico ou mais antigo
	3 Cenozóico
	2 Pleistoceno inferior
	1 Pleistoceno superior
	0 Holoceno
<b>(*) Local-tipo (T)</b>	4 Local-tipo formalmente reconhecido
	2 Local-tipo de referência ou secundário
	0 Não proposto como Local-tipo
<b>Associação com património histórico, arqueológico e artístico (Ch)</b>	4 Presença de elementos arqueológicos e vários tipos de outros elementos
	3 Arqueológico e um tipo de elemento adicional
	2 Vestígios arqueológicos
	1 Outros elementos não arqueológicos
	0 Nenhum elemento adicional
<b>(*) Associação com outro património natural (N)</b>	4 Paisagem excepcional e flora e fauna preciosos
	2 Paisagem excepcional ou flora/fauna preciosos
	0 Paisagem valiosa
<b>Estado de conservação (C)</b>	4 Bem preservado; sem degradação
	3 Danos para características menores
	2 Parcialmente afectado pela actividade humana, mas o carácter do sítio mantém-se
	1 Muito afectado pela actividade humana; muitas características degradadas
	0 Intensa degradação; perda do carácter do sítio

**Tabela 4.2** Indicadores e classificação para os critérios relacionados com o potencial para uso (Ui), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do Ui. Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).

Potencial para uso	
Indicadores	Classificação
<b>Actividades que podem ser desenvolvidas (científicas, educacionais, turismo, recreação, colecta de objectos, etc. (Act))</b>	4 5 ou mais actividades
	3 4 actividades
	2 3 actividades
	1 2 actividades
	0 1 actividade
<b>(*) Condições de observação (O)</b>	4 Nenhuma limitação de entrada; nenhuma obstrução visual
	2 Algumas limitações físicas para acesso e/ou visualização
	0 Dificuldades físicas para acesso e visão obstruída por cobertura vegetal, etc.
<b>Acessibilidade (Acc)</b>	4 Acesso directo por estrada principal
	3 Acesso por estradas locais
	2 Acesso por estrada não pavimentada ou caminho
	1 Sem acesso por estrada, mas < 1 km da estrada mais próxima
	0 > 1 km da estrada de acesso mais próxima
<b>Extensão (m<sup>2</sup>) (E)</b>	4 > 10 <sup>6</sup>
	3 10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>
	2 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>
	1 10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>
	0 < 10 <sup>3</sup>
<b>Proximidade a centros de serviços (S)</b>	4 Centro com mais de 10 000 habitantes, diversidade de alojamento e facilidades de alimentação num raio de 5 km
	3 Localidade com mais de 10 000 habitantes e algumas facilidades no raio de 5 km
	2 5-20 km do alojamento/facilidades de alimentação
	1 20-40 km
	0 > 40 km
<b>(*) Condições socio-económicas da área (SE)</b>	4 Rendimento per capita e educação > 15% acima da média nacional
	2 Média nacional
	0 > 15% abaixo da média nacional

O valor do geossítio também pode ser calculado usando a seguinte expressão (Bruschi & Cendrero, 2005):

$$V_{SGI} = C_i (2Q_i + P_i)/12 \quad [5]$$

onde:

C<sub>i</sub> = grau de conservação do geossítio (0-4); Q<sub>i</sub> = qualidade intrínseca (0-1);

Pi = potencial para uso do geossítio (0-1).

O modelo assume que se o geossítio obtiver uma classificação elevada dos três parâmetros considerados (valor científico, utilidade social e urgência de actuação), pode ser considerado como sendo muito valioso e deverá ser incluído em inventários e planos de protecção.

**Tabela 4.3** Indicadores e classificação para os critérios relacionados com ameaças potenciais e necessidade de protecção (Pi), segundo o método de avaliação da relevância de geossítios proposto por Bruschi & Cendrero (2005). As letras entre parênteses correspondem aos parâmetros usados para o cálculo do Pi. Os indicadores para os quais só podem ser definidos três níveis de classificação encontram-se referenciados com um asterisco (\*).

Ameaças potenciais e necessidade de protecção	
Indicadores	Classificação
<b>Habitantes nas zonas circunvizinhas (dentro de um raio de 25 km) (I)</b>	4 > 100 000
	3 50 000 – 100 000
	2 25 000 – 50 000
	1 10 000 – 25 000
	0 < 10 000
<b>(*) Ameaças actuais ou potenciais (T)</b>	4 Área com claro desenvolvimento urbano e industrial ou projectos para novas infra-estruturas
	2 Área intermédia; nenhum projecto imediato de desenvolvimento, mas expectativas claras para um futuro próximo
	0 Área rural; sem perspectivas de desenvolvimento urbano, industrial e de infra-estruturas num futuro imaginável
<b>(*) Possibilidade de colheita de objectos (CO)</b>	4 Fósseis, minerais ou amostras de rochas podem ser colectados e o sítio é danificado
	2 Podem ser colectados objectos sem causar grandes danos ao sítio
	0 Nenhuma possibilidade para colectar objectos
<b>Relação com outros projectos existentes (P)</b>	4 Área classificada para uso urbano, industrial ou de serviços
	3 Nenhum projecto existente
	2 Sítio não protegido, mas localizado numa área classificada como rural nos projectos existentes
	1 Sítio numa área com algum estatuto de protecção nos planos locais/provinciais
	0 Incluído dentro de um parque nacional ou em outro espaço protegido nacionalmente
<b>Interesse para exploração mineral (M)</b>	4 Elevado interesse mineral e possibilidade de mineração na área
	3 Área com reservas de recursos de baixo valor unitário e onde a exploração de pedreiras é permitida
	2 Área com reservas de recursos de baixo valor unitário mas onde a exploração de pedreiras não é permitida
	1 Algumas indicações de recursos minerais
	0 Nenhum interesse mineiro
<b>(*) Posse de terra (L)</b>	4 Sítio localizado numa propriedade privada
	2 Propriedade pública e privada
	0 Propriedade pública

#### 4.3.4 O método de Serrano & González-Trueba, 2005 (Espanha)

Serrano & González-Trueba (2005) desenvolveram um método de avaliação de geomorfossítios baseado num mapeamento geomorfológico e no preenchimento de uma ficha de inventariação. Após a realização do inventário das formas de terreno, processos e sistemas na área de estudo, os geomorfossítios são analisados, avaliando o valor intrínseco de cada elemento ou forma, juntamente com o seu valor adicional e potencial para uso e gestão. Estas três categorias de avaliação são definidas do seguinte modo:

- a) O valor científico ou intrínseco é baseado em temas geomorfológicos, que permitem um conhecimento mais objectivo e minucioso do geossítio. As formas de terreno são analisadas e avaliadas através da enumeração dos elementos intervenientes no sistema morfogenético (Tabela 4.4).
- b) O valor adicional considera os elementos culturais e turísticos que enriquecem o valor intrínseco (Tabela 4.5).
- c) Partindo do conhecimento detalhado do valor intrínseco e adicional, aliado ao trabalho de campo (localização, mapeamento geomorfológico e de imagens), são avaliados o potencial para uso e gestão (Tabela 4.6).

**Tabela 4.4** Valor científico de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).

Avaliação		Pontos	Definição
<b>Génese</b>		Máximo 10	Processos que intervieram na formação do geomorfossítio
<b>Morfologia</b>	Morfoestruturas		Número de formas de relevo que constituem o geomorfossítio
	Formas de erosão		
	Formas de acumulação		
<b>Dinâmica</b>	Processos do passado		Elementos que testemunham processos do passado ou processos actuais
	Processos actuais		
<b>Cronologia</b>			Períodos ou fases genéticas
<b>Litologia</b>			Materiais ilustrados
<b>Estruturas geológicas</b>			Número de estruturas visíveis
<b>Estruturas sedimentares</b>		Número de estruturas visíveis	

**Tabela 4.5** Valor adicional de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).

Avaliação		Pontos	Definição
<b>Paisagem e estética</b>		Máximo 10	Consideração da paisagem e escala estética: não existente (0), componente local e não característica (1-2), componente de escala média (vale, municipalidade) (3-4), componente distrital (5-6), componente essencial da paisagem em panoramas regionais (7-8), elemento protegido ou gerido devido aos conteúdos da paisagem (9-10)
<b>Elementos culturais</b>	Associação com elementos de valor patrimonial	Máximo 10	Elementos patrimoniais (monumentos, população, edifícios populares, elementos etnológicos, ...)
	Conteúdo cultural	Máximo 10	Aspectos culturais (mitos, lendas, literatura, pintura, ...)
	Conteúdo histórico	Máximo 10	Fases históricas de uso ou ocupação
<b>Educacional</b>	Recursos educacionais	Máximo 5	Conteúdo educacional
	Níveis educacionais	Máximo 5	Estudantes dos ensinos primário, secundário, universitário
<b>Científico</b>	Valor científico	Máximo 5	Áreas científicas de valor significativo
	Representatividade científica	Máximo 5	Local (1), distrital (2), regional (3), nacional (4), internacional (5)
<b>Turismo</b>	Autêntico conteúdo turístico	Máximo 5	Histórico-artístico; actividades (excursões, outros); paisagem; simples lazer; outras
	Potencial para atracção turística	Máximo 5	Capacidade para atracção turística: local, distrital, regional, nacional, internacional

#### 4.3.5 O método de Brilha, 2005 (Portugal)

Para a avaliação de geossítios, com base no trabalho de Uceda (2000), Brilha (2005) apresentou uma proposta que se baseia no estabelecimento de um conjunto de critérios com o objectivo de definir o valor intrínseco do geossítio (A), o seu uso potencial (B) e a necessidade de protecção (C). Os critérios enunciados por Brilha (2005) encontram-se explicitados nas tabelas 4.7, 4.8 e 4.9. Na proposta, cada critério é quantificado com base numa escala crescente de 1 a 5. O valor final, que define cada geossítio, é determinado tendo em conta o seu valor intrínseco (A), o seu uso potencial (B) e a necessidade de protecção (C). Pode resultar da média simples destes três conjuntos de critérios ou de uma média ponderada, privilegiando um dado conjunto de critérios. Qualquer que seja a opção, o resultado da avaliação deve sempre indicar os resultados parciais finais para os critérios A, B e C.



**Tabela 4.6** Valor para uso e gestão de geomorfossítios, segundo a proposta de Serrano & González-Trueba (2005).

Avaliação	Pontos	Definição
<b>Acessibilidade</b>	Elevado: 2. Boa acessibilidade	Utilidade devido a acessibilidade do geomorfossítio para o seu uso e gestão
	Médio: 1. Acessibilidade dificultada	
	Baixo: 0. Acessibilidade deficiente	
<b>Fragilidade</b>	Elevado: 0. Uso não recomendado	Grau de fragilidade do geomorfossítio devido às suas características intrínsecas
	Médio: 1. Potencial uso	
	Baixo: 2. Valor de uso elevado	
<b>Vulnerabilidade</b>	Elevado: 0. Elementos capazes de transformar a estrutura ou dinâmica do geomorfossítio	Elementos do ambiente do geomorfossítio que podem implicar mudanças irreversíveis nos seus valores intrínsecos e extrínsecos
	Médio: 1. Baixo grau de transformação	
	Baixo: 2. Nenhuma vulnerabilidade	
<b>Intensidade de uso</b>	Elevado: 0. Uso intenso, que não permite nenhum acréscimo de actividades	Actual uso do geomorfossítio
	Médio: 1. Uso moderado	
	Baixo: 2. Baixo nível de uso	
<b>Risco de degradação</b>	Elevado: 0. Risco de degradação elevado	Dano possível ao geomorfossítio com perda dos valores intrínsecos e adicionais
	Médio: 1. Risco de degradação médio	
	Baixo: 2. Baixo risco de degradação	
<b>Estado de conservação</b>	Elevado: 2. Permite o uso	Grau de conservação dos valores intrínsecos e extrínsecos do geomorfossítio
	Médio: 1. Uso restrito	
	Baixo: 0. Uso não recomendado	
<b>Impactos</b>	Elevado: 0. Uso não recomendado, com possibilidade de restauração	Elementos humanos que afectam directamente o geomorfossítio (estradas, pedreiras, etc.)
	Médio: 1. Uso permitido, mas aconselha-se a restauração ou eliminação do impacto	
	Baixo: 2. Sem impacto intenso	
<b>Qualidade de observação</b>	Elevado: 2. Qualidade de observação elevada	Condições para observação (paisagem, localização, acessibilidade, etc.) do geomorfossítio
	Médio: 1. Qualidade de observação média	
	Baixo: 0. Baixa qualidade de observação	
<b>Limite de mudanças permitido</b>	Elevado: 2. Baixa fragilidade e fraca intensidade de uso, mudanças não implicam a perda de valores	Potencial para mudanças que o geomorfossítio pode sofrer sem perder os seus valores intrínsecos e adicionais (está relacionado com a fragilidade e intensidade de uso)
	Médio: 1. Fragilidade e uso actual permitem mudanças moderadas sem perda de valores	
	Baixo: 2. Fragilidade elevada ou intensidade de uso, mudança implica perda de valores	

Os critérios devem ainda ser usados para a definição do âmbito internacional, nacional, regional ou local que deve ser atribuído a cada geossítio.

Os geossítios de âmbito internacional ou nacional devem possuir, em acumulação, os seguintes valores:

$$\begin{array}{l|l} A1 \geq 3 & B1 \geq 3 \\ A3 \geq 4 & B2 \geq 3 \\ A6 \geq 3 & \\ A9 \geq 3 & \end{array}$$

Os geossítios que não se enquadrem nestes valores devem ser considerados como sendo de âmbito regional ou local.

Os geossítios de âmbito internacional ou nacional devem ser conservados independentemente da sua utilidade, porque estes são os geossítios mais importantes identificados na área em estudo; os critérios A e C devem ser sobrevalorizados em relação aos critérios B. A avaliação final dos geossítios de âmbito regional e local deve resultar da média simples dos três conjuntos de critérios (A, B e C). Assim, a avaliação de geossítios de âmbito internacional ou nacional pode ser feita através da expressão [6] e a dos geossítios de âmbito regional ou local pela expressão [7]:

$$\boxed{Q = (2A + B + 1.5C)/3} \quad [6]$$

$$\boxed{Q = (A + B + C)/3} \quad [7]$$

onde:

Q – Quantificação final da relevância do geossítio (arredondada às décimas)

A, B e C – Soma dos resultados obtidos para cada conjunto de critérios

**Tabela 4.7** Critérios intrínsecos ao geossítio (A), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).

Critério	Classificação	Definição
<b>Abundância/raridade</b>	5.Só existe um exemplo na área em análise 4.Existem 2-4 exemplos 3.Existem 5-10 exemplos 2.Existem 11-20 exemplos 1.Existem mais de 20 exemplos	Número de ocorrências semelhantes na área em análise (com valorização da raridade).
<b>Extensão (m<sup>2</sup>)</b>	5.Superior a 1000 000 4.100 000 – 1000 000 3.10 000 – 100 000 2.1000 – 10 000 1.Menor que 1000	Extensão superficial do geossítio em m <sup>2</sup> (podendo existir excepções, um geossítio é tanto mais importante quanto maior a sua extensão).
<b>Grau de conhecimento científico</b>	5.Mais de uma tese de doutoramento/mestrado e mais de um artigo publicado em revista internacional 4.Pelo menos uma tese de doutoramento/mestrado ou mais de um artigo publicado em revista internacional ou mais de cinco artigos publicados em revistas nacionais 3. Pelo menos um artigo publicado em revista internacional ou quatro artigos publicados em revistas nacionais 2.Algumas notas breves publicadas em revistas nacionais ou um artigo publicado em revistas regionais/locais 1.Não existem trabalhos publicados	Número e tipo de publicações disponíveis sobre o geossítio (reflecte o grau de importância que lhe é atribuído pela comunidade académica).
<b>Utilidade como modelo para a ilustração de processos geológicos</b>	5.Muito útil 3.Moderadamente útil 1.Pouco útil	Possibilidade do geossítio poder representar um dado processo geológico
<b>Diversidade de elementos de interesse presentes</b>	5.Cinco ou mais tipos de interesse 4.Quatro tipos de interesse 3.Três tipos de interesse 2.Dois tipos de interesse 1.Um tipo de interesse	Número de elementos de interesse: interesse geomorfológico, paleontológico, mineralógico, estratigráfico, tectónico, etc.
<b>Local-tipo</b>	5.É reconhecido como um local-tipo na área em análise 3.É reconhecido como local-tipo “secundário” 1.Não é reconhecido como local-tipo	Capacidade do geossítio ser considerado como uma referência na sua categoria para a área em análise.

**Tabela 4.7** (continuação).

<b>Associação com elementos de índole cultural</b>	5.Existem no local ou nas suas imediações, evidências de interesse arqueológico e de outros tipos 4.Existem evidências arqueológicas e de algum outro tipo 3.Existem vestígios arqueológicos 2.Existem elementos de interesse não arqueológico 1.Não existem outros elementos de interesse	Presença de ocorrências consideradas património cultural (evidências arqueológicas, históricas, artísticas, etc.)
<b>Associação com outros elementos do meio natural</b>	5.Fauna e flora notáveis pela sua abundância, grau de desenvolvimento ou presença de espécies de especial interesse 3.Presença de fauna ou flora de interesse moderado 1.Ausência de outros elementos naturais de interesse	Ocorrência de exemplos particulares de fauna e/ou flora
<b>Estado de conservação</b>	5.Perfeitamente conservado, sem evidências de deterioração 4.Alguma deterioração 3. Existem escavações, acumulações ou construções mas que não impedem a observação das características essenciais do geossítio 2.Existem numerosas escavações, acumulações ou construções que deterioram as características de interesse do geossítio 1.Fortemente deteriorado	Condições de conservação apresentadas pelo geossítio no momento da sua caracterização (valorizam-se os geossítios que apresentem as melhores condições de conservação).

**Tabela 4.8** Critérios relacionados com o uso potencial do geossítio (B), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).

Critério	Classificação	Definição
<b>Possibilidade de realizar actividades (científicas, pedagógicas, turísticas, recreativas)</b>	5.É possível realizar actividades científicas e pedagógicas 3. É possível realizar actividades científicas ou pedagógicas 1.É possível realizar outros tipos de actividades	Potencialidade do geossítio para a realização de actividades científicas, pedagógicas, turísticas e recreativas (valorizam-se os geossítios que possuam interesse científico e pedagógico relativamente a outros tipos de interesse)
<b>Condições de observação</b>	5.Óptimas 3.Razoáveis 1.Deficientes	Dá-se privilégio aos geossítios com as melhores condições de observação
<b>Possibilidade de colheita de objectos geológicos</b>	5.É possível a colheita de rochas, fósseis e minerais sem danificar o geossítio 4.É possível a colheita de rochas ou de fósseis ou de minerais sem danificar o geossítio 3.É possível a colheita de algum tipo de objecto embora com restrições 2.É possível a colheita de algum tipo de objecto embora prejudicando o geossítio 1.Não se podem recolher amostras	Valorizam-se os geossítios que apresentem a capacidade de colheita de amostras sem perda da sua integridade
<b>Acessibilidade</b>	5.Acesso directo a partir de estradas nacionais 4.Acesso a partir de estradas secundárias 3.Acesso a partir de caminhos não asfaltados, mas facilmente transitáveis 2.O geossítio localiza-se a menos de 1 km de algum caminho utilizável por veículos automóveis 1.O geossítio localiza-se a mais de 1 km de algum caminho utilizável por veículos automóveis	Considera-se como situação preferível a possibilidade de acesso fácil ao geossítio

**Tabela 4.8** (continuação).

<p><b>Proximidade a povoações</b></p>	<p>5.Existe uma povoação com mais de 10 000 habitantes e com oferta hoteleira variada a menos de 5 km  4.Existe uma povoação com menos de 10 000 habitantes, com oferta hoteleira limitada, a menos de 5 km  3.Existe uma povoação com oferta hoteleira entre 5 a 20 km  2.Existe uma povoação com oferta hoteleira entre 20 a 40 km  1.Só existe uma povoação com oferta hoteleira a mais de 40 km</p>	<p>Reflecte a existência de serviços de apoio aos visitantes do geossítio</p>
<p><b>Número de habitantes</b></p>	<p>5.Existem mais de 100 000 habitantes num raio de 25 km  4.Existem entre 50 000 e 100 000 habitantes num raio de 25 km  3.Existem entre 25 000 e 50 000 habitantes num raio de 25 km  2.Existem entre 10 000 e 25 000 habitantes num raio de 25 km  1.Existem menos de 10 000 habitantes num raio de 25 km</p>	<p>Este critério e o seguinte relacionam-se com a existência ou não, de um público potencial.</p>
<p><b>Condições socio-económicas</b></p>	<p>5.Os níveis de rendimento <i>per capita</i> e de educação da área são superiores à média nacional e a taxa de desemprego é menor  3.Os níveis de rendimento <i>per capita</i>, de educação e de desemprego da área são equivalentes à média nacional  1.Os níveis de rendimento <i>per capita</i>, de educação e de desemprego da área são inferiores à média nacional</p>	<p>No caso de dificuldade na obtenção destes dados para a área em análise devem ser usadas estatísticas relativas ao concelho, distrito, etc.</p>

**Tabela 4.9** Critérios relacionados com a necessidade de protecção do geossítio (C), segundo a proposta apresentada por Brilha (2005).

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>	<b>Definição</b>
<b>Ameaças actuais ou potenciais</b>	<p>5.Zona rural, não sujeita a desenvolvimento urbanístico ou industrial nem a construção de infra-estruturas e sem perspectiva de estar submetida a tal</p> <p>3.Zona de carácter intermédio, não estando especificamente previstos desenvolvimentos concretos mas que apresenta razoáveis possibilidades num futuro próximo</p> <p>1.Zona incluída em áreas de forte expansão urbana ou industrial ou em locais onde está prevista a construção de infra-estruturas</p>	Valorizam-se os geossítios que ocorrem em zonas sem pressões urbanísticas, industriais ou outras, de modo a facilitar a sua classificação e conservação
<b>Situação actual</b>	<p>5.Geossítio sem qualquer tipo de protecção legal</p> <p>3.Geossítio incluído numa área com protecção legal (Rede Natura, protecção municipal, etc.)</p> <p>1.Geossítio incluído numa área protegida integrada na rede nacional de Áreas Protegidas</p>	Privilegiam-se os geossítios que não possuam nenhum tipo de protecção legal
<b>Interesse para a exploração mineira</b>	<p>5.O geossítio encontra-se numa zona sem nenhum tipo de interesse mineiro</p> <p>4.O geossítio encontra-se numa zona com índices minerais de interesse</p> <p>3.O geossítio encontra-se numa zona com reservas importantes de materiais de baixo valor unitário, embora não esteja prevista a sua exploração imediata</p> <p>2.O geossítio encontra-se numa zona com reservas importantes de materiais de baixo valor unitário e em que é permitida a sua exploração</p> <p>1.O geossítio encontra-se numa zona com grande interesse mineiro para recursos com elevado valor unitário e com concessões activas</p>	Face à dificuldade de conjugação do interesse mineiro e a conservação do geossítio, valorizam-se os locais que não apresentam nenhum interesse para possível exploração mineira



**Tabela 4.9** (continuação).

<p><b>Valor dos terrenos (euros/m<sup>2</sup>)</b></p>	<p>5. Menor que 5 4. Entre 6-10 3. Entre 11-30 2. Entre 31-60 1. Superior a 60</p>	<p>Este critério pretende integrar o custo associado à cativação do geossítio para efeitos de conservação.</p>
<p><b>Regime de propriedade</b></p>	<p>5. Terreno predominantemente pertencente ao estado 4. Terreno predominantemente de propriedade municipal 3. Terreno parcialmente público e privado 2. Terreno privado pertencente a um só proprietário 1. Terreno privado pertencente a vários proprietários</p>	<p>São valorizados os geossítios que se localizam numa área pública, de modo a facilitar a sua possível classificação e conservação</p>
<p><b>Fragilidade</b></p>	<p>5. Aspectos geomorfológicos que pelas suas grandes dimensões, relevo, etc., são dificilmente afectados, de modo importante, pelas actividades humanas 4. Grandes estruturas geológicas ou sucessões estratigráficas de dimensões quilométricas que, embora possam degradar-se por grandes intervenções humanas, a sua destruição é pouco provável 3. Aspectos de dimensão hectométrica que podem ser destruídos em grande parte por intervenções não muito intensas 2. Aspectos estruturais, formações sedimentares ou rochosas de dimensões decamétricas que podem ser facilmente destruídas por intervenções humanas pouco expressivas 1. Aspectos de dimensão métrica, que podem ser destruídos por intervenções ou jazidas minerais ou paleontológicas de fácil depreciação</p>	<p>Este critério privilegia os geossítios que apresentam maior capacidade de resistência face a uma intervenção humana</p>

#### **4.4 Proposta de metodologia a adoptar em Moçambique**

A análise de experiências de outros países e de propostas de diversos autores no referente à inventariação e avaliação de geossítios, que sucintamente se acaba de apresentar, bem como a análise da situação do património geológico em Moçambique e perspectivas de evolução (ver Capítulo 2), permitem enquadrar a prática mais adequada a um inventário de sítios geológicos excepcionais em Moçambique. Assim, apresenta-se de seguida uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico moçambicano.

##### **4.4.1 Fases do processo de inventariação**

###### **FASE 1**

Propõe-se, na primeira fase, a constituição de um grupo de trabalho (Comissão Nacional para a Conservação do Património Geológico), de carácter multidisciplinar, que na etapa inicial deverá ser composto por especialistas da Associação Geológica Mineira de Moçambique (AGMM), do Ministério dos Recursos Minerais (MIREM), do Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e de outras instituições ligadas às Geociências, sob liderança e coordenação do Museu Nacional de Geologia (MNG). A comissão deverá trabalhar na definição da estratégia a seguir, no desenvolvimento das categorias temáticas segundo as quais o inventário deverá ser realizado, na execução do inventário, na centralização de toda a informação obtida e na divulgação dos resultados.

###### **FASE 2**

Numa segunda fase deverá proceder-se à definição dos contextos geológicos ou categorias temáticas (*frameworks*) de relevância nacional, regional e internacional, representativas da geologia e geomorfologia de Moçambique.

No âmbito da definição das categorias temáticas, propõe-se que, numa etapa inicial a comissão seja constituída por um grupo restrito de especialistas para permitir uma abordagem mais genérica do assunto e evitar a dispersão de ideias. Com o evoluir do processo, numa fase mais avançada dos trabalhos, a comissão poderá ser composta

por um conjunto mais alargado de especialistas, agrupados segundo as suas áreas de especialização (geomorfologia, tectónica, mineralogia, estratigrafia, paleontologia, etc.), para facilitar a centralização de conhecimentos em cada área de especialidade e a interacção entre os respectivos especialistas, por forma a permitir uma definição de categorias temáticas de maior consenso e rigor científico. Nesta fase também deverão ser definidas as principais linhas de orientação a serem seguidas no processo de inventariação de geossítios.

Propõe-se que a definição de categorias temáticas se baseie num trabalho sistemático de enquadramento:

1. Por intervalos de tempo geológico a que correspondem processos e materiais de que há registo de ocorrência na geologia de Moçambique, à semelhança do realizado nos países do sudeste europeu no âmbito do projecto *Geosites* (Theodossiou-Drandaki *et al.*, 2004);
2. Por áreas temáticas, dentro do mesmo intervalo de tempo geológico, podendo considerar-se as categorias propostas por Cortés *et al.* (2000) para o caso de Espanha (geomorfológicas, sedimentares, estratigráficas, paleontológicas, petrológicas, geotectónicas, metalogénicas, mineralógicas, etc.).

Esta metodologia facilitaria o trabalho de definição de categorias temáticas representativas da rica geodiversidade de Moçambique, bem como a comparação de geossítios que ocorrem no país com geossítios de outros países da região, dentro da mesma “época” geológica e área temática.

### **FASE 3**

A selecção preliminar de geossítios de interesse, dentro de cada categoria temática, deverá ser realizada através de pesquisa bibliográfica (revisão documental) de materiais publicados (artigos científicos, teses de licenciatura, mestrado, doutoramento, jornais, revistas, legislação, etc.) e não publicados, em todos os centros de documentação geológica, instituições geológicas e mineiras públicas e privadas, museus, universidades, etc., em todo o país e a nível internacional.

Recentemente, em 2007, foi concluída a cartografia geológica de todo o país na escala 1:250 000 e 1:50 000, a qual veio aumentar o grau de conhecimento geológico

sobre Moçambique. No entanto, em virtude de o número de teses de licenciatura, mestrado, doutoramento e de outro tipo de trabalhos científicos existentes sobre a geologia de Moçambique ainda ser muito reduzido, tendo em conta a grande extensão do país e a sua enorme geodiversidade, recomenda-se que durante a selecção preliminar também seja solicitada a contribuição de geólogos e técnicos de geologia com muitos anos de experiência em trabalhos geológicos de campo, para reforçar as informações obtidas a partir da pesquisa bibliográfica. Estas pessoas poderão ser consultadas ao nível de todas as províncias do país abrangidas pelos trabalhos de inventariação, para sugerirem geossítios que possam ser englobados na inventariação.

Como resultado, nesta fase, será criada uma lista preliminar de geossítios a inventariar, acompanhada de uma breve fundamentação da escolha dos locais.

#### **FASE 4**

Circulação da lista preliminar de geossítios, obtida na fase anterior, por vários especialistas para a obtenção de pareceres relativamente à relevância ou não dos sítios. Os geossítios candidatos à inventariação serão avaliados pela comissão criada na Fase 1, em função das informações disponíveis, das linhas de orientação e do parecer dos peritos consultados. Deste processo deverá resultar uma lista definitiva dos geossítios a serem inventariados.

#### **FASE 5**

Nesta fase prevê-se a deslocação aos geossítios para efeitos de verificação no terreno dos dados obtidos nas fases anteriores, colheita de dados novos se necessário e preenchimento das fichas de inventariação e caracterização com todos os dados disponíveis sobre cada geossítio (breve descrição e caracterização geológica do geossítio, avaliação dos seus atributos naturais, utilidade e vulnerabilidade). Durante a inventariação, cada geossítio deverá ser assinalado numa carta topográfica e/ou geológica. Em cada local, deverão ser obtidos registos fotográficos e outros tipos de registos gráficos que forem necessários (coluna estratigráfica, corte geológico, etc.).

Para o processo de inventariação e caracterização do património geológico de Moçambique, foi desenvolvida no âmbito desta Dissertação uma ficha de inventariação,

inspirada na ficha da ProGEO-Portugal (Brilha, 2005), que se encontra referida no Anexo 2.

Considera-se importante centralizar toda a informação das fichas de inventariação numa base de dados digital. Uma proposta de base de dados foi concebida e desenhada pelo autor da presente dissertação e materializada por estudantes do Instituto de Transportes e Comunicações, a qual se encontra descrita no Anexo 3.

## **FASE 6**

Esta fase vai compreender estudos de gabinete para se proceder à análise dos dados colhidos no terreno e das fichas de inventariação preenchidas, bem como à avaliação dos geossítios usando o método de avaliação proposto na presente Dissertação para o efeito. A avaliação pretende seleccionar os melhores geossítios, de entre vários inventariados, e estabelecer uma ordem de prioridade no desenvolvimento de acções visando a sua conservação. Os resultados deste trabalho serão apreciados no âmbito da comissão criada na Fase 1.

## **FASE 7**

Nesta fase deverá proceder-se a ampla divulgação dos resultados, tendo em vista a conservação e a promoção do património geológico moçambicano. Efectivamente, a partir deste momento, estão criadas as condições para se passar às etapas seguintes do processo de geoconservação, envolvendo classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização, com base em trabalho prévio de reflexão aprofundada sobre as mais adequadas estratégias a implementar nessas diferentes etapas.

### **4.4.2 Linhas gerais de orientação na selecção dos geossítios**

Propõe-se que, para a selecção do património geológico moçambicano, sejam adoptadas as seguintes linhas gerais de orientação (adaptado de Wimbledon *et al.*, 1995):

- a) Os geossítios em processo de selecção devem oferecer condições mínimas para a sua conservação;

- b) Na selecção de geossítios, deve ser dada prioridade aos que apresentam os valores mais elevados no processo de avaliação da sua relevância;
- c) De entre os geossítios com valores elevados, deve ser dada prioridade aos que apresentam forte vulnerabilidade, para permitir uma intervenção mais rápida sobre os mesmos evitando a sua perda;
- d) Os geossítios com registos geológicos extensos e completos devem ser prioritários;
- e) Deve ser dada prioridade aos geossítios com sequências geológicas, fácies, tipos de rochas, registo fóssil ou registo mineralógico particulares;
- f) Deve ser dada prioridade aos geossítios que demonstrem processos geológicos activos;
- g) Devem ser prioritários os geossítios que são representativos de um determinado processo ou evento geológico numa área;
- h) Quando, numa determinada área em análise, não existem outras ocorrências de geossítios semelhantes, o geossítio que ocorre deve ser considerado como um local-tipo;
- i) Deve ser dada prioridade aos geossítios com grande potencial para a realização de trabalho de investigação;
- j) Deve ser dada prioridade aos geossítios que demonstram os principais eventos sedimentares, bióticos, metamórficos, magmáticos, tectónicos ou erosivos da evolução geológica de Moçambique ao longo do tempo e espaço.

### **4.4.3 Avaliação da relevância dos geossítios**

#### **4.4.3.1 Critérios de selecção e indicadores de relevância**

No processo de inventariação e avaliação do património geológico de Moçambique, propõe-se que sejam utilizados os critérios de selecção baseados e adaptados da proposta de Cortés *et al.* (2000) para o inventário do património geológico espanhol, na proposta apresentada por Brilha (2005) e por Bruschi & Cendrero (2005). Os critérios propostos estão agrupados em três categorias principais, que são:

1. Atributos naturais do geossítio (valor intrínseco).

2. Utilidade do geossítio (potencial para o seu uso).
3. Vulnerabilidade do geossítio (ameaças iminentes e necessidade de protecção).

Os indicadores propostos para avaliar os critérios acima mencionados são:

### **Atributos naturais do geossítio (A)**

- Exemplo de processos geológicos actuais
- Exemplo de processos geológicos do passado
- Diversidade de elementos de interesse presentes (geomorfológicos, tectónicos, estratigráficos, etc.)
- Associação com elementos de natureza cultural
- Associação com outros elementos do meio natural
- Abundância/raridade
- Local-tipo
- Estado de conservação
- Extensão (m<sup>2</sup>)

#### *A1 – Exemplo de processos geológicos actuais*

Este indicador pretende avaliar a aptidão do geossítio para ilustrar processos geológicos activos.

#### *A2 – Exemplo de processos geológicos do passado*

Este indicador pretende avaliar até que ponto o geossítio ilustra processos geológicos do passado.

#### *A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes*

Este indicador pretende avaliar o número de elementos de interesse geológico presentes no local (interesse mineralógico, paleontológico, estratigráfico, etc.).

*A4 – Associação com elementos de natureza cultural*

Este indicador pretende valorizar a presença de outros elementos, de carácter cultural (vestígios arqueológicos, históricos, artísticos, religiosos, etc.), que enriquecem o valor científico do geossítio.

*A5 – Associação com outros elementos do meio natural*

Este indicador pretende valorizar a presença de elementos de interesse geológico presentes próximo do local, bem como de elementos de interesse faunístico, florístico e paisagístico.

*A6 – Abundância/raridade*

Este indicador pretende avaliar até que ponto as características apresentadas pelo geossítio em análise são raras na área de pesquisa em causa. Avalia o número de ocorrências de geossítios semelhantes na área em análise.

*A7 – Local-tipo*

Este indicador pretende avaliar até que ponto o geossítio candidato apresenta o melhor exemplo de uma determinada característica, relativamente a outras ocorrências semelhantes que existem na mesma área em análise. Recomenda-se que, na ausência de outras ocorrências semelhantes na área em análise, o sítio em estudo seja considerado como sendo um local-tipo, pelo facto de o mesmo ser o único representante existente.

*A8 – Estado de conservação*

Este indicador pretende avaliar as condições naturais de conservação do geossítio no momento da sua caracterização.



### *A9 – Extensão*

Este indicador pretende avaliar a extensão superficial do geossítio relativamente à área total da área em análise.

### **Utilidade do geossítio (U)**

- Actividades que podem ser desenvolvidas (científicas, pedagógicas, turísticas, recreativas)
- Possibilidade de colheita de objectos geológicos
- Acessibilidade
- Condições de observação
- Proximidade em relação a centros de serviços
- Número de turistas
- Produto Interno Bruto (PIB)
- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

### *U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas*

Este indicador pretende avaliar as potencialidades que o geossítio possui para a realização de actividades científicas, pedagógicas, turísticas, recreativas, etc.

### *U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos*

Este indicador pretende avaliar a disponibilidade que o geossítio apresenta para se proceder à colheita de amostras (rochas, minerais, fósseis) sem comprometer a sua integridade e valor.

### *U3 – Acessibilidade*

Este indicador pretende avaliar o grau de dificuldade de acesso ao geossítio.

*U4 – Condições de observação*

Este indicador pretende avaliar as condições existentes na área de influência do geossítio para a observação dos seus atributos. Entende-se como área de influência do geossítio, a área que vai desde a distância mínima a partir da qual as características do geossítio podem ser observadas à vista natural e a distância máxima até a qual o observador pode observar as mesmas características.

*U5 – Proximidade em relação a centros de serviços*

Este indicador pretende avaliar a disponibilidade de serviços de apoio aos visitantes do geossítio, tais como hospitais, centros de saúde, alojamento, alimentação, bancos, etc.

*U6 – Número de turistas*

Este indicador pretende avaliar o público potencial que poderá visitar o geossítio.

*U7 – Produto Interno Bruto (PIB)*

Este indicador pretende avaliar o grau de desenvolvimento económico da área onde se localiza o geossítio. O PIB é definido como sendo o valor da riqueza gerada no país durante o processo produtivo num período determinado; é o valor total dos bens e serviços produzidos no país a preços do mercado e livre de duplicações, excluindo o valor das importações (INE, 2007).

*U8 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)*

O IDH é o principal instrumento de medição que estima os progressos do desenvolvimento humano, tendo como base a longevidade medida pela esperança de vida, o conhecimento medido pela taxa de alfabetização e escolaridade conjunta e o rendimento medido pelo PIB real per capita (INE, 2007).

O Instituto Nacional de Estatística apenas tem disponíveis os dados do PIB, do IDH e do número de turistas para cada província do país, por isso, na avaliação destes três indicadores, os valores distritais, dos postos administrativos, etc., deverão ser considerados como sendo iguais aos valores do PIB, IDH e do número de turistas da província a que estes pertencem.

### **Vulnerabilidade do geossítio (V)**

- Situação actual
- Ameaças actuais ou potenciais
- Fragilidade natural
- Fragilidade induzida
- Número de habitantes na zona envolvente
- Interesse para a exploração mineira
- Regime de propriedade

#### *VI – Situação actual*

Este indicador pretende avaliar se o geossítio possui algum tipo de protecção legal ou se está dentro da jurisdição de uma determinada área protegida (Parque Nacional, Reserva Nacional, etc.). Os geossítios sem nenhum estatuto de protecção legal apresentam uma maior vulnerabilidade para serem danificados ou destruídos pela actividade humana. Assim, quanto maior for a vulnerabilidade de um geossítio maior deverá ser a urgência de iniciativas para a sua protecção relativamente aos que já gozam de algum tipo de protecção.

#### *V2 – Ameaças actuais ou potenciais*

Este indicador pretende avaliar o perigo de perda ou danificação do geossítio associado ao desenvolvimento e expansão populacional, urbanística, industrial, etc. A vulnerabilidade de um geossítio é maior em áreas com claro desenvolvimento urbano e industrial e com projectos para a construção de novas infra-estruturas.

*V3 – Fragilidade natural*

Este indicador pretende avaliar a capacidade que o geossítio tem para resistir à acção destrutiva dos agentes naturais (água, vento, temperatura, etc.).

*V4 – Fragilidade induzida*

Este indicador pretende avaliar a capacidade que o geossítio tem para resistir face à influência humana.

*V5 – Número de habitantes na zona envolvente*

Este indicador pretende avaliar a pressão submetida ao geossítio pelas populações que vivem nos seus arredores (considera-se a zona envolvente, num raio de 25 km). Quanto maior for a população que vive nos arredores do geossítio, maior será a pressão exercida por esta e consequentemente maior será a sua vulnerabilidade.

*V6 – Interesse para exploração mineira*

Este indicador pretende avaliar se existe algum interesse do sítio ou da sua área de influência para exploração mineira. A vulnerabilidade do local aumenta quando existe um elevado interesse mineral e possibilidade de mineração na área. Nos casos em que tal se verifique e se constate que o local é único e que não existem outras ocorrências semelhantes, recomenda-se que as actividades mineiras no local sejam imediatamente suspensas pelas autoridades competentes e se proceda a uma avaliação económica do valor do sítio para se estudar a maneira mais apropriada para indemnizar a parte lesada pelo embargo.

*V7 – Regime de propriedade*

Este indicador pretende avaliar se o geossítio se localiza numa área pública ou privada. Os sítios públicos são em geral mais vulneráveis à destruição, devido à ineficácia das entidades responsáveis por velar pela integridade física dos locais públicos.

#### 4.4.3.2 Cálculo do valor dos indicadores

Os indicadores acima apresentados são avaliados numa escala de pontuação que vai de 1 a 5, sendo 1 a pontuação mínima e 5 a pontuação máxima, que se explicita nas tabelas 4.10, 4.11 e 4.12.

O cálculo do valor do atributo natural (A), da utilidade (U) e da vulnerabilidade do geossítio (V) é executado de acordo com as fórmulas [8], [9] e [10], respectivamente:

$$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 \quad [8]$$

$$U = (U1 + U2 + \dots + U8)/40 \quad [9]$$

$$V = (V1 + V2 + \dots + V7)/35 \quad [10]$$

Pela aplicação das fórmulas [8], [9] e [10], os valores de A, U e V, respectivamente, encontram-se normalizados podendo variar entre 0,20 e 1,00.

Na quantificação final da relevância do geossítio, propõe-se a atribuição de idêntica ponderação aos três critérios atributos naturais (A), utilidade (U) e vulnerabilidade (V). Assim, o valor final do geossítio (G) é determinado usando a fórmula [11] que se segue:

$$G = (A + U + V)/3 \quad [11]$$

onde:

G – valor final do geossítio (0,20-1,00);

A – quociente entre o somatório dos valores dos indicadores referentes aos atributos naturais do geossítio e o valor máximo do somatório;

U – quociente entre o somatório dos valores dos indicadores relativos à utilidade do geossítio e o valor máximo do somatório;

V – quociente entre o somatório dos valores dos indicadores relativos à vulnerabilidade do geossítio e o valor máximo do somatório.

**Tabela 4.10** Indicadores para avaliar os atributos naturais do geossítio (A).

<b>Exemplo de processos geológicos actuais (A1)</b>	
5	Ocorrem processos actuais activos claramente visíveis e interpretáveis
3	Ocorrem processos actuais não claramente definidos, mas interpretáveis
1	Ocorrem processos actuais de difícil interpretação
<b>Exemplo de processos geológicos do passado (A2)</b>	
5	Ocorrem aspectos geológicos que permitem interpretar facilmente processos do passado
3	Ocorrem aspectos geológicos que permitem interpretar processos do passado, mas com alguma dificuldade
1	Ocorrem aspectos geológicos que não possibilitam a interpretação de processos do passado
<b>Diversidade de elementos de interesse presentes (A3)</b>	
5	Cinco ou mais tipos de interesse
4	Quatro tipos de interesse
3	Três tipos de interesse
2	Dois tipos de interesse
1	Apenas um tipo de interesse
<b>Associação com elementos de natureza cultural (A4)</b>	
5	Ocorrem no local ou próximo elementos de interesse arqueológico e outros elementos de interesse cultural
3	Presença de elementos de interesse arqueológico ou de um outro elemento de natureza cultural
1	Não existem elementos de natureza cultural associados ao local
<b>Associação com outros elementos do meio natural (A5)</b>	
5	Ocorrem elementos de interesse faunístico, florístico e paisagístico, bem como elementos de interesse geológico próximo do local
3	Ocorrem elementos de interesse faunístico ou florístico ou paisagístico ou elementos de interesse geológico próximo do local
1	Não ocorrem outros elementos naturais de interesse
<b>Abundância/raridade (A6)</b>	
5	Existe apenas uma ocorrência na área em análise
4	Existem 2-5 ocorrências semelhantes
3	Existem 6-9 ocorrências semelhantes
2	Existem 10-13 ocorrências semelhantes
1	Existem mais de 13 ocorrências semelhantes
<b>Local-tipo (A7)</b>	
5	Identifica-se como um local-tipo na área em análise
3	Identifica-se como um local-tipo secundário
1	Não se identifica como um local-tipo
<b>Estado de conservação (A8)</b>	
5	Bem preservado, sem degradação
3	Parcialmente degradado, mas os seus atributos essenciais ainda podem ser observados
1	Fortemente degradado, perda do carácter do sítio
<b>Extensão (A9)</b>	
5	O local ocupa uma extensão igual ou superior à área em análise
4	O local ocupa uma extensão entre $\frac{3}{4}$ e o total da área em análise
3	O local ocupa entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ da área em análise
2	O local ocupa entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ da área em análise
1	O local ocupa uma extensão até $\frac{1}{4}$ da área em análise

**Tabela 4.11** Indicadores para avaliar a utilidade do geossítio (U).

<b>Actividades que podem ser desenvolvidas (U1)</b>	
5	É possível realizar cinco ou mais actividades
4	É possível realizar quatro actividades
3	É possível realizar três actividades
2	É possível realizar duas actividades
1	É possível realizar apenas uma actividade
<b>Possibilidade de colheita de objectos geológicos (U2)</b>	
5	É possível colher rochas, minerais e fósseis sem danificar o geossítio
4	É possível colher rochas ou minerais ou fósseis sem danificar o geossítio
3	É possível colher objectos geológicos mas com restrições
2	É possível colher objectos geológicos mas com danos para o geossítio
1	Não se podem colher objectos geológicos
<b>Acessibilidade (U3)</b>	
5	Acesso directo por estrada principal
4	Acesso directo por estradas secundárias
3	Fácil acesso por estrada ou caminho não asfaltado usando veículos automóveis
2	O geossítio situa-se a menos de 1 km da via de acesso mais próxima
1	O geossítio situa-se a mais de 1 km da via de acesso mais próxima
<b>Condições de observação (U4)</b>	
5	As características do geossítio podem ser observadas facilmente tanto de perto como de longe
4	As características do geossítio podem ser observadas de longe mas com restrições
3	As características do geossítio podem ser observadas apenas de perto
2	As características do geossítio podem ser observadas de perto mas com alguma restrição
1	É extremamente difícil observar as características do geossítio
<b>Proximidade em relação a centros de serviços (U5)</b>	
5	Existem muita oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a menos de 10 km
4	Existe pouca oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a menos de 10 km
3	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos entre 10 a 30 km
2	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos entre 30 a 50 km
1	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a mais de 50 km
<b>Número de turistas (U6)</b>	
5	O número de turistas que visitam a área onde se situa o geossítio é igual ou superior à média anual do país
3	O número de turistas que visitam a área é igual à média anual do país
1	O número de turistas que visitam a área é inferior à média anual do país
<b>Produto Interno Bruto (U7)</b>	
5	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é superior à média nacional
3	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é igual à média nacional
1	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é inferior à média nacional
<b>Índice de Desenvolvimento Humano (U8)</b>	
5	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é superior à média nacional
3	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é igual à média nacional
1	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é inferior à média nacional

**Tabela 4.12** Indicadores para avaliar a vulnerabilidade do geossítio (V).

<b>Situação actual (V1)</b>	
5	Geossítio sem nenhum estatuto de protecção legal
3	Geossítio está dentro de uma área com algum estatuto de protecção legal (estatal, municipal, privada, etc.)
1	Geossítio está dentro de uma área com estatuto de protecção nacional (parques nacionais, reservas, etc.)
<b>Ameaças actuais ou potenciais (V2)</b>	
5	Área com claro desenvolvimento urbano e industrial e com projectos para a construção de novas infra-estruturas
3	Área intermédia, sem nenhum projecto imediato de desenvolvimento mas com probabilidades de que tal ocorra num futuro próximo
1	Área rural, não sujeita a construção de infra-estruturas, desenvolvimento urbano ou industrial e sem nenhuma perspectiva de que tal venha a acontecer num futuro próximo
<b>Fragilidade natural (V3)</b>	
5	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, podem ser facilmente destruídos por processos naturais
3	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, embora possam degradar-se pela acção de processos naturais, a sua destruição é pouco provável
1	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas grandes dimensões e características litológicas, são dificilmente degradados por acção de processos naturais
<b>Fragilidade induzida (V4)</b>	
5	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, são facilmente destruídos por intervenções humanas pouco expressivas
3	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, se podem degradar devido às intervenções humanas, mas sem comprometer a sua integridade
1	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, são dificilmente afectados pelas actividades humanas
<b>Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km (V5)</b>	
5	Existem mais de 100 000 habitantes
4	Existem entre 50 000 e 100 000 habitantes
3	Existem entre 25 000 e 50 000 habitantes
2	Existem entre 10 000 e 25 000 habitantes
1	Existem menos de 10 000 habitantes
<b>Interesse para exploração mineira (V6)</b>	
5	O geossítio situa-se numa área com elevado interesse mineral e possibilidade de mineração na área
4	O geossítio situa-se numa área com algum potencial mineral de interesse e possibilidade de mineração na área
3	O geossítio situa-se numa área com reservas de recursos de baixo valor unitário, na qual é permitida a sua exploração
2	O geossítio situa-se numa área com reservas de recursos de baixo valor unitário, na qual não está prevista a sua exploração imediata
1	O geossítio situa-se numa área sem nenhum interesse mineiro
<b>Regime de propriedade (V7)</b>	
5	Sítio localizado numa propriedade pública
3	Sítio localizado numa propriedade mista
1	Propriedade privada



#### **4.4.3.3 Código de discriminação do valor final do geossítio (GAUV)**

O valor final do geossítio (G) resulta de uma média aritmética de três critérios nomeadamente os atributos naturais, a utilidade e a vulnerabilidade do geossítio. Devido a esse facto, o valor absoluto de G, por si só, não descreve as características que o geossítio apresenta e não permite, por exemplo, a escolha de um entre dois ou mais geossítios que apresentam igual valor final de G. Para resolver este problema e para facilitar o estabelecimento de prioridades na escolha dos geossítios para efeitos de geoconservação, propõe-se que para cada geossítio inventariado seja atribuído um código. Este código é composto pelo valor final do geossítio, seguido do valor relativo aos atributos naturais (A), de seguida pelo valor da utilidade (U) e por fim pelo valor da vulnerabilidade do geossítio (V), obedecendo ao seguinte formato:

**[G] [A] [U] [V]**

Assim, num só código estão representados para além do valor final, os valores parcelares relativos aos três critérios de avaliação do geossítio em análise. Portanto, através do código é possível fazer uma análise e uma escolha mais objectiva dos geossítios.

#### **4.4.4 Exemplos de aplicação dos critérios de selecção**

Com a finalidade de testar o método de avaliação de geossítios desenvolvido no âmbito desta Dissertação, foram inventariados, caracterizados e quantificados cinco geossítios, localizados na província de Maputo, sul de Moçambique. Assim, foram estudados os seguintes locais:

- Afloramento na estrada nacional EN4
- Dique da pedreira de Estevel
- Afloramento dos CFM de Boane
- Miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene
- Afloramento da pedreira de calcários de Salamanga

#### 4.4.4.1 Afloramento na estrada nacional EN4

##### Localização geográfica

O geossítio localiza-se a sul de Moçambique no distrito de Moamba, província de Maputo, a cerca de 79,8 km a partir da portagem de Maputo na estrada nacional número 4. Em termos de coordenadas geográficas o sítio localiza-se na latitude  $25^{\circ}31'15,5''\text{S}$  e longitude  $31^{\circ}59'52,5''\text{E}$  (Fig. 4.1).

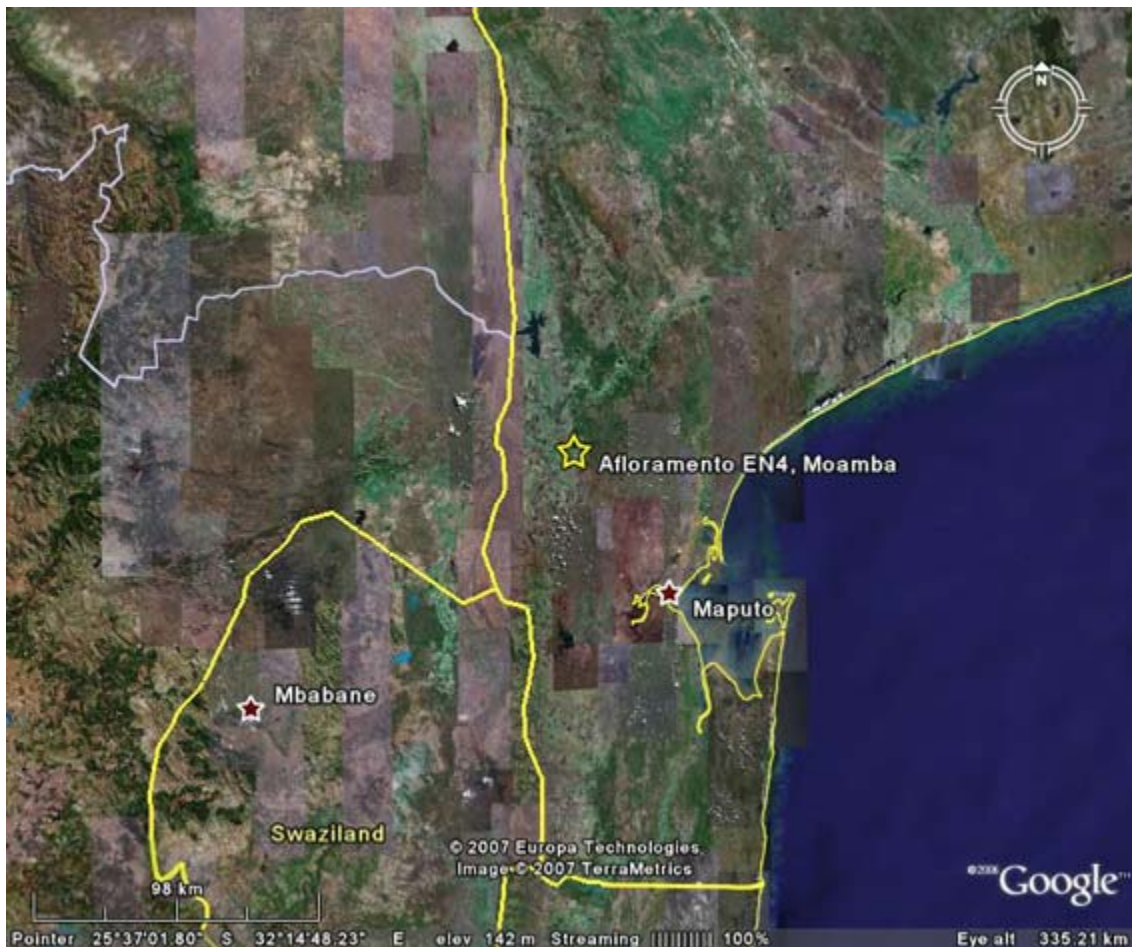


Fig. 4.1 Localização geográfica do afloramento na estrada EN4. Fonte: Google Earth.

##### Enquadramento geológico geral

O geossítio faz parte de um ambiente geológico vulcânico, caracterizado pela ocorrência de riolitos dos Pequenos Libombos da idade do Karoo, intruído por diques doleríticos da fase final do Karoo, com espessuras que variam de centímetros a metros (Fig. 4.2).



**Fig. 4.2** Dique dolerítico do lado esquerdo da estrada EN4 em direcção a Ressano-Garcia. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

No local também ocorrem brechas riolíticas com matriz granular fina esverdeada com calhaus angulares de riolito púrpura e veios de calcite (Fig. 4.3).

Os riolitos ostentam uma cor avermelhada escura (púrpura) e em alguns locais apresentam estruturas de fluxo (Fig. 4.4).



**Fig. 4.3** Brecha riolítica com calhaus angulares de riolito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.



**Fig. 4.4** Riolito apresentando estruturas de fluxo.

Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

O riolito apresenta-se bastante diaclasado, com algumas diaclases preenchidas por veios finos (centimétricos) de calcite (Fig. 4.5). Nos planos de diaclases observam-se dendrites de pirolusite (Fig. 4.6).



**Fig. 4.5** Riolito com diaclases preenchidas por veios de calcite.

Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.





**Fig. 4.6** Dendrites de pirolusite em planos de diaclases.  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

Os doleritos são de cor negra, de grão muito fino, bastante diaclasados, com dois sistemas principais de diaclases (paralelo e perpendicular ao contacto, Fig. 4.7), por vezes preenchidas por calcite.



**Fig. 4.7** Sistemas de diaclases nos doleritos. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

A rocha riolítica apresenta-se afectada por metamorfismo de contacto, junto aos diques doleríticos mais espessos (Fig. 4.8).

Nas extremidades sul e norte do afloramento, os diques doleríticos apresentam-se profundamente alterados e ostentam disjunção esferoidal (Fig. 4.9).



**Fig. 4.8** Zona de contacto entre o dique dolerítico e o riolito.  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

Na extremidade sul do afloramento ocorre latito de cor cinzenta, grão muito fino, textura porfirítica, com estruturas de fluxo, diaclasado e com veios de calcite a preencher algumas diaclases. Próximo do contacto com o dique dolerítico, o latito apresenta xenólito de riolito e passa para rocha brechóide em direcção ao dique.



**Fig. 4.9** Dolerito apresentando disjunção esferoidal.

Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

### Tipo de interesse do local proposto

Em termos geológicos, o local tem interesse essencialmente petrológico pois constitui um bom exemplo da fase final vulcânica do Karoo, onde ocorrem rochas bem representativas desta fase (riolitos, doleritos, latitos, etc.) e exemplos claros e didáticos de vários fenómenos geológicos (diques doleríticos, brechas riolíticas, etc.).

Em termos paisagísticos, o local tem interesse pois ostenta um relevo ondulado típico dos Grandes Libombos com vista para as *cuestas* dos Pequenos Libombos em direcção a SSE.

### Avaliação do local proposto

**Tabela 4.13** Informação sobre o grau de conhecimento científico.

Indicador	Sub-indicadores	Nº de sub-indicadores
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	1*
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

\* Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000 (GTK Consortium, 2006b).

**Tabela 4.14** Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

Indicador	Pontuação
A1 – Exemplo de processos geológicos actuais	1
A2 – Exemplo de processos geológicos do passado	5
A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes	3
A4 – Associação com elementos de natureza cultural	1
A5 – Associação com outros elementos do meio natural	1
A6 – Abundância/raridade	5
A7 – Local-tipo	5
A8 – Estado de conservação	4
A9 – Extensão	1
$A1 + A2 + \dots + A9 =$	26
$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 = 26/45 =$	<b>0.58</b>

**Tabela 4.15** Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas	3
U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos	3
U3 – Acessibilidade	5
U4 – Condições de observação	5
U5 – Proximidade em relação a centros de serviços	5
U6 – Número de turistas	1*
U7 – Produto Interno Bruto	5**
U8 – Índice de Desenvolvimento Humano	5***
U1 + U2 + ... + U8 =	32
<b>U = (U1 + U2 + ... + U8)/40 = 32/40 =</b>	<b>0.80</b>

\*No ano de 2005, o total de hóspedes (nacionais e estrangeiros) na província de Maputo foi de 11.387, valor inferior à média dos hóspedes que visitam as outras províncias do país (excluindo Maputo-Cidade = 154.491), que é cerca de 17.000 hóspedes (INE, 2005).

\*\*Tendo como referência o ano de 2004, o PIB para a província de Maputo foi de 24,7, enquanto que o valor global do PIB do país para o mesmo ano foi de 7,5 (INE, 2004; INE, 2005).

\*\*\*No ano de 2004, o IDH para a província de Maputo foi de 0,588 (estimativas preliminares 2004), enquanto que o valor global para o país foi 0,428 (INE, 2004; INE, 2005).

**Tabela 4.16** Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
V1 – Situação actual	5
V2 – Ameaças actuais ou potenciais	3
V3 – Fragilidade natural	3
V4 – Fragilidade induzida	3
V5 – Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km	3*
V6 – Interesse para exploração mineira	1
V7 – Regime de propriedade	5
V1 + V2 + ... + V7 =	23
<b>V = (V1 + V2 + ... + V7)/35 = 23/35 =</b>	<b>0.66</b>



\*A população projectada para o ano de 2006 para a província de Maputo está estimada em 1.072.086 habitantes<sup>8</sup>. A população estimada para o distrito de Moamba é de 45.984 habitantes (INE, 2006).

$$G = (A + U + V)/3 = (0.58 + 0.80 + 0.66)/3 = 0.68$$

**Código GAUV: [0.68] [0.58] [0.80] [0.66]**

#### 4.4.4.2 Dique da pedra de Esteval

##### Localização geográfica

Este geossítio situa-se no distrito de Boane, na província de Maputo. Em termos de coordenadas geográficas situa-se na latitude 26° 00' 12,1"S e longitude 32° 17' 02,8"E (Fig. 4.10).



**Fig. 4.10** Localização geográfica do dique da pedra de Esteval.  
Fonte: Google Earth.

<sup>8</sup> Actualização das projecções da população por províncias 1997-2015. Instituto Nacional de Estatística, Série: Estudos N° 2, 2ª Edição, Moçambique.

### Enquadramento geológico geral

As rochas presentes no local enquadram-se num ambiente geológico vulcânico. O local caracteriza-se pela ocorrência de um dique dolerítico sub-vertical, de grão fino por vezes porfirítico, com espessura que varia entre 1,5 e 2 metros e que intrui em quartzo-latito do Membro dos Pequenos Libombos (GTK Consortium, 2006b) (Fig. 4.11). Em termos de estruturas, é de referir que o dique apresenta diaclases paralelas e perpendiculares à zona de contacto.



**Fig. 4.11** Dique dolerítico na pedreira de Estével. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

As diaclases paralelas ao contacto distam cerca de 20 centímetros deste e estão preenchidas por veios de calcite com espessura até 0,5 cm (Fig. 4.12).



**Fig. 4.12** Diaclases paralelas ao contacto preenchidas por calcite. À direita, fotografia em pormenor dos veios de calcite. Fotos: Lopo Vasconcelos, 2007.

Na fronteira entre o dique dolerítico e o latito nota-se uma zona de metamorfismo de contacto extremamente alterada com cerca de 20 cm de largura (Fig. 4.13). Na zona marginal os doleritos apresentam anéis de Liesegang (Fig. 4.14).

O dique encontra-se encaixado num latito cinzento de grão muito fino, bastante diaclasado, com algumas diaclases apresentando dendrites e pátina. Espalhados pela massa do latito encontram-se xenólitos de uma rocha mais escura (Fig. 4.15).



**Fig. 4.13** Zona de contacto entre o dique dolerítico e o latito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.



**Fig. 4.14** Anéis de Liesegang no dolerito. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.



**Fig. 4.15** Latito apresentando xenólitos. Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

### Tipo de interesse do local proposto

Do ponto de vista científico o local tem interesse devido à controvérsia em torno da idade da instalação do dique dolerítico. Por outro lado, trata-se de um exemplo bastante didáctico de fenómenos ígneos, onde se pode observar nitidamente um dique e zonas de metamorfismo de contacto associado à sua instalação. No dique pode observar-se uma variação litológica e estrutural partindo da zona de contacto em direcção à parte intermédia do mesmo dique, ocorrência de anéis de Liesegang e veios de calcite na zona mais marginal do dique.

### Avaliação do local proposto

**Tabela 4.17** Informação sobre o grau de conhecimento científico.

Indicador	Sub-indicadores	Nº de sub-indicadores
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	1*
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

\* Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000 (GTK Consortium, 2006b).

**Tabela 4.18** Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

Indicador	Pontuação
A1 – Exemplo de processos geológicos actuais	1
A2 – Exemplo de processos geológicos do passado	5
A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes	2
A4 – Associação com elementos de natureza cultural	1
A5 – Associação com outros elementos do meio natural	1
A6 – Abundância/raridade	5
A7 – Local-tipo	5
A8 – Estado de conservação	4
A9 – Extensão	1
$A1 + A2 + \dots + A9 =$	25
$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 = 25/45 =$	<b>0.56</b>



**Tabela 4.19** Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas	2
U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos	1
U3 – Acessibilidade	5
U4 – Condições de observação	4
U5 – Proximidade em relação a centros de serviços	5
U6 – Número de turistas	1
U7 – Produto Interno Bruto	5
U8 – Índice de Desenvolvimento Humano	5
	$U1 + U2 + \dots + U8 =$
	$U = (U1 + U2 + \dots + U8)/40 = 28/40 =$
	<b>0.70</b>

**Tabela 4.20** Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
V1 – Situação actual	5
V2 – Ameaças actuais ou potenciais	3
V3 – Fragilidade natural	3
V4 – Fragilidade induzida	5
V5 – Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km	4*
V6 – Interesse para exploração mineira	5
V7 – Regime de propriedade	1
	$V1 + V2 + \dots + V7 =$
	$V = (V1 + V2 + \dots + V7)/35 = 26/35 =$
	<b>0.74</b>

\*A população projectada para o ano de 2006 para o distrito de Boane é de 77.415 habitantes (INE, 2006).

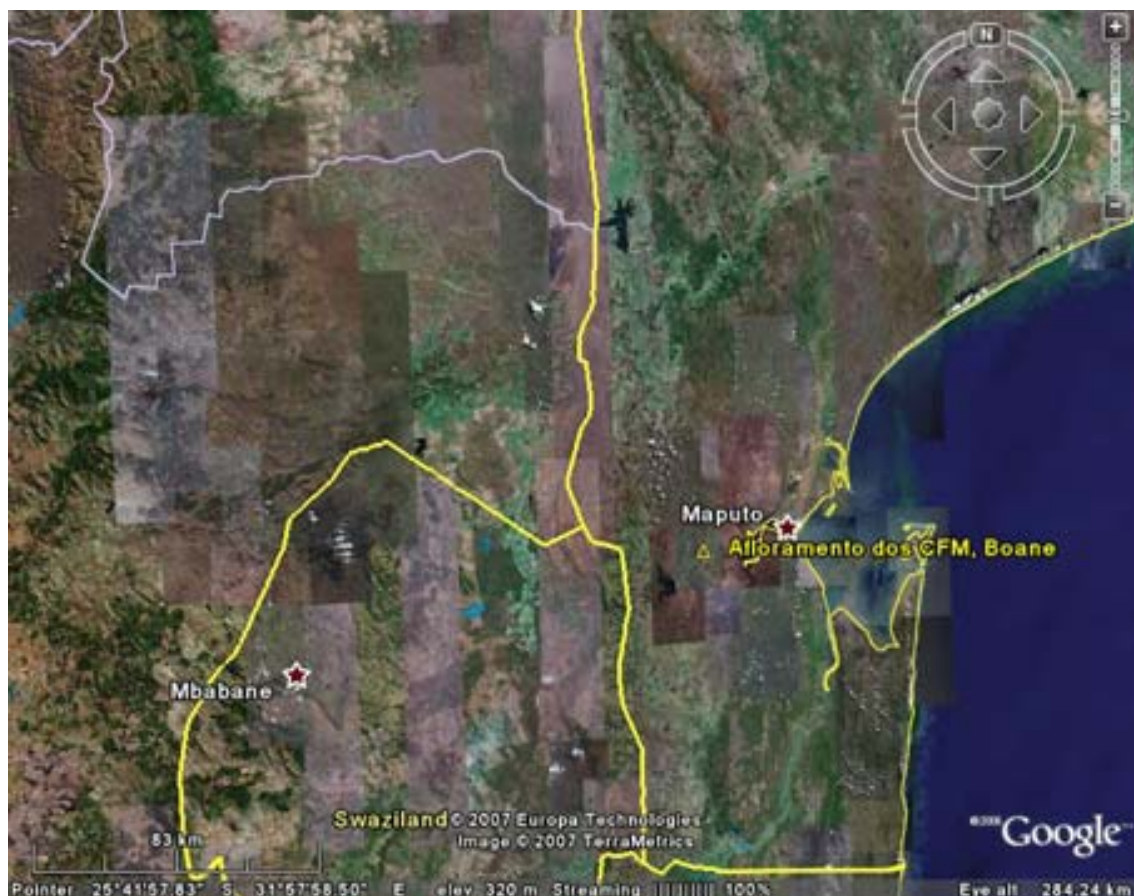
$$G = (A + U + V)/3 = (0.56 + 0.70 + 0.74)/3 = 0.67$$

**Código GAUV: [0.67] [0.56] [0.70] [0.74]**

#### 4.4.4.3 Afloramento dos CFM de Boane

##### Localização geográfica

O afloramento é cortado por uma linha-férrea e situa-se no distrito de Boane, província de Maputo, a sul de Moçambique. Em termos de coordenadas geográficas situa-se na latitude 26° 03'08,4"S e longitude 32° 19'35,6"E (Fig. 4.16).



**Fig. 4.16** Localização geográfica do afloramento de siltito de Boane de idade cretácica.  
Fonte: Google Earth.

### **Enquadramento geológico geral**

O afloramento dos CFM de Boane é constituído por uma sequência de cinco unidades sedimentares pertencentes à Formação de Boane, do Cretácico, com cerca de 10 m de espessura (Fig. 4.17).

A unidade basilar, com cerca de 5 m de espessura, é composta por um siltito castanho acinzentado, intercalado por camadas de conglomerado com calhaus de riolitos e basaltos de diferentes dimensões. A espessura das camadas de conglomerado diminui da base em direcção ao topo da unidade, apresentando a camada mais próxima da base cerca de 35 cm e a próxima do topo 5 cm. Nesta unidade ocorre ainda um siltito friável de cor castanho-escuro a vermelho e siltito ligeiramente arenoso, com cerca de 50 cm de espessura, apresentando estratificação cruzada. A parte superior da camada apresenta laminações (CAG 21, 2006).



**Fig. 4.17** Parte do afloramento de siltito de Boane.  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

A unidade 2, acima, compõe-se de areia fina siltosa de cor ligeiramente castanha, casualmente com calhaus arredondados e subarredondados, e tem 1,3 m de espessura. Esta unidade apresenta estratificação cruzada planar de escala centimétrica a decimétrica, e as paleocorrentes estão orientadas para E (090/15-20).

A terceira unidade tem 50 cm de espessura e compõe-se de arenito fino siltoso de cor amarela a castanha, apresentando deformação plástica, materializada pela ocorrência de estruturas de sobrecarga (Fig. 4.18).





**Fig. 4.18** Estruturas convolutas resultantes de deformação plástica de sedimentos (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

Nesta unidade ocorre ainda um siltito friável de cor castanho-escuro a vermelho e siltito ligeiramente arenoso, com cerca de 50 cm de espessura, apresentando estratificação cruzada. A parte superior da camada apresenta laminações (CAG 21, 2006). Também ocorre estratificação cruzada planar com orientação preferencial SE 142/20 (Fig. 4.19).



**Fig. 4.19** Arenito ostentando estratificação cruzada planar (unidade 3).  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.



No topo da unidade, os siltitos contêm camadas finas de calhaus ou calhaus isolados e fragmentos de origem principalmente riolítica e basáltica (Fig. 4.20). Dentro desta secção ocorre uma camada compacta de argila com poucos centímetros de espessura, a partir da qual ocorreu um movimento gravitacional de sedimentos (Fig. 4.21).



**Fig. 4.20** Siltito com camada fina de calhaus (unidade 3).  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.



**Fig. 4.21** Camada compacta de argila (unidade 3). Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

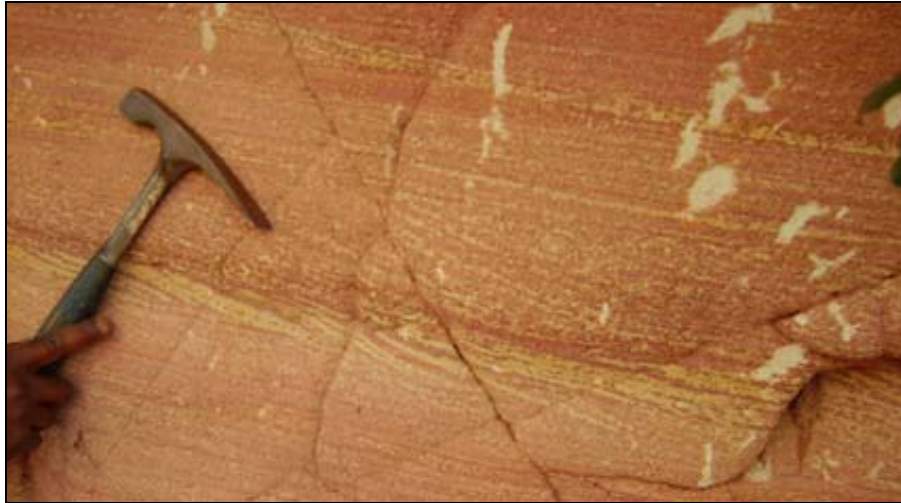
A quarta unidade é constituída por um siltito castanho avermelhado imaturo apresentando uma fábrica de feldspatos meteorizados. A parte superior do afloramento é caracterizada pela ocorrência de manchas cinzentas a esbranquiçadas, que se tornam mais abundantes e maiores em direcção ao topo e que resultam da remoção de ferro por reacção de redução (Fig. 4.22).



**Fig. 4.22** Manchas brancas resultantes da remoção de ferro por redução (unidade 4).  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

A unidade do topo tem a forma de metade de um canal e o contacto superior é abrupto, provavelmente não conformável e é definida por cerca de 3 m de conglomerado com matriz de argila e de areia vermelha escura com calhaus e blocos. Parte da matriz é constituída por areia pura de quartzo. Os calhaus e blocos não mostram imbricação, mas ostentam uma diminuição gradual do tamanho para cima. No topo ocorre um solo castanho-escuro de idade quaternária (CAG 21, 2006).

Ao longo do afloramento também podem ver-se algumas fracturas com inclinações à volta de 45° inclinando para sentidos opostos, com deslocamentos centimétricos a cerca de 1 m (Fig. 4.23).



**Fig. 4.23** Fracturas inclinando para sentidos opostos.  
Foto: Lopo Vasconcelos, 2007.

### **Tipo de interesse do local proposto**

O local tem interesse estratigráfico, sedimentológico e estrutural pois trata-se de um afloramento representativo do Cretácico continental, com boa exposição e bastantes estruturas sedimentares. Na zona sul do país existem poucos afloramentos com estas características. O afloramento tem valor didático devido à abundância de várias estruturas sedimentares e à existência de uma discordância entre o Cretácico e o Terciário. Do ponto de vista turístico poderá ter interesse devido à sua beleza natural e porque a partir deste ponto é possível ter uma pequena vista para a planície do rio Umbelúzi.

### **Avaliação do local proposto**

**Tabela 4.21** Informação sobre o grau de conhecimento científico.

<b>Indicador</b>	<b>Sub-indicadores</b>	<b>Nº de sub-indicadores</b>
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	1*
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

\* Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000 (GTK Consortium, 2006b).

**Tabela 4.22** Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
A1 – Exemplo de processos geológicos actuais	1
A2 – Exemplo de processos geológicos do passado	5
A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes	3
A4 – Associação com elementos de natureza cultural	1
A5 – Associação com outros elementos do meio natural	3
A6 – Abundância/raridade	5
A7 – Local-tipo	5
A8 – Estado de conservação	5
A9 – Extensão	1
	$A1 + A2 + \dots + A9 = 29$
	$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 = 29/45 = \mathbf{0.64}$

**Tabela 4.23** Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas	3
U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos	1
U3 – Acessibilidade	2
U4 – Condições de observação	4
U5 – Proximidade em relação a centros de serviços	5
U6 – Número de turistas	1
U7 – Produto Interno Bruto	5
U8 – Índice de Desenvolvimento Humano	5
	$U1 + U2 + \dots + U8 = 26$
	$U = (U1 + U2 + \dots + U8)/40 = 26/40 = \mathbf{0.65}$

**Tabela 4.24** Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
V1 – Situação actual	5
V2 – Ameaças actuais ou potenciais	3
V3 – Fragilidade natural	3
V4 – Fragilidade induzida	3
V5 – Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km	4
V6 – Interesse para exploração mineira	1
V7 – Regime de propriedade	3
	$V1 + V2 + \dots + V7 = 22$
	$V = (V1 + V2 + \dots + V7)/35 = 22/35 = \mathbf{0.63}$

$$G = (A + U + V)/3 = (0.64 + 0.65 + 0.63)/3 = 0.64$$

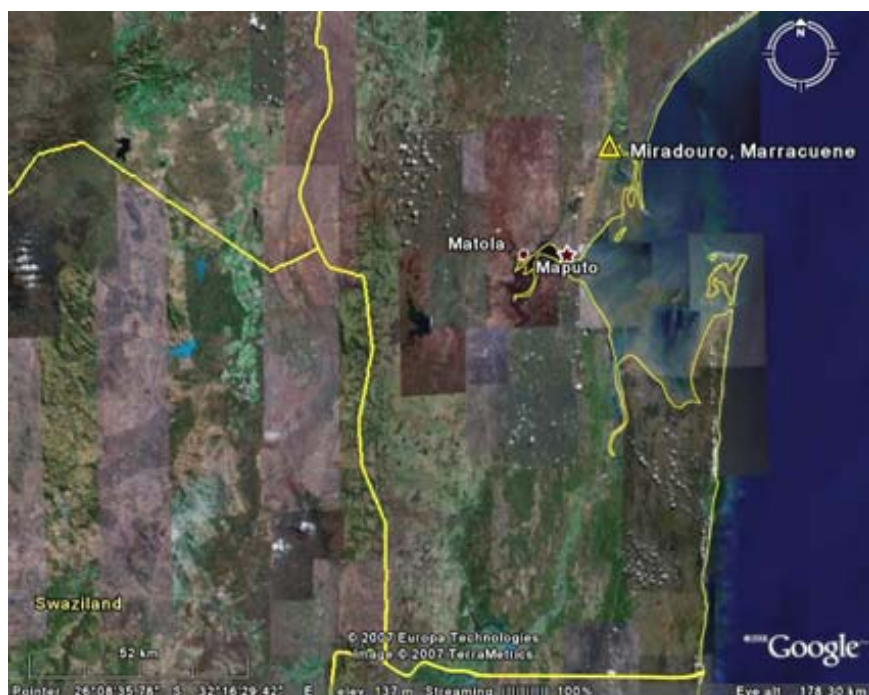
**Código GAUV: [0.64] [0.64] [0.65] [0.63]**



#### 4.4.4.4 Miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene

##### Localização geográfica

O geossítio situa-se junto ao controlo da polícia no distrito de Marracuene, na província de Maputo, na latitude  $25^{\circ}46'22,44''S$  e longitude  $32^{\circ}40'16,83''E$  (Fig. 4.24).



**Fig. 4.24** Localização geográfica do miradouro de Marracuene.  
Fonte: Google Earth.

##### Enquadramento geológico geral

O afloramento enquadra-se num ambiente geológico sedimentar recente, caracterizado pela ocorrência de areias vermelhas pertencentes às Dunas Internas (GTK Consortium, 2006b) do Quaternário que formam uma escarpa com cerca de 40-50 m de altura sobre a planície aluvial do rio Incomati. Ao fundo vê-se o cordão de dunas costeiras.

##### Tipo de interesse do local proposto

O afloramento do miradouro de Marracuene tem interesse pois é um exemplo muito didático de erosão pluvial de dimensões bastante razoáveis, com excelentes

exemplos de formas denominadas “chaminés-de-fada” de dimensões variadas que, aliadas à variação de cor das areias, conferem ao local uma beleza excepcional (Fig. 4.25). No local também ocorrem ravinas de erosão fortes (Fig. 4.26).



**Fig. 4.25** Chaminés-de-fada exumadas pela erosão pluvial durante as chuvas fortes que causaram cheias no ano 2000 em Maputo (miradouro de Marracuene).



**Fig. 4.26** Ravinas próximo do afloramento, causadas pelas chuvas do ano 2000 (miradouro de Marracuene).

Ainda do ponto de vista cénico, a partir do topo da escarpa, tem-se uma vista muito bonita para a planície aluvial de inundação do rio Incomáti, podendo ver-se ainda um grande meandro deste rio (Fig. 4.27). Ao fundo, para leste, pode observar-se o cordão das dunas costeiras que protege a planície das inundações do mar.



**Fig. 4.27** A partir do afloramento, observa-se, ao fundo e para leste, parte do meandro do rio Incomáti.

### **Avaliação do local proposto**

**Tabela 4.25** Informação sobre o grau de conhecimento científico.

<b>Indicador</b>	<b>Sub-indicadores</b>	<b>Nº de sub-indicadores</b>
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	1*
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

\* Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000 (GTK Consortium, 2006b).



**Tabela 4.26** Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
A1 – Exemplo de processos geológicos actuais	5
A2 – Exemplo de processos geológicos do passado	3
A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes	2
A4 – Associação com elementos de natureza cultural	5*
A5 – Associação com outros elementos do meio natural	3
A6 – Abundância/raridade	5
A7 – Local-tipo	5
A8 – Estado de conservação	3
A9 – Extensão	1
$A1 + A2 + \dots + A9 =$	32
$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 = 32/45 =$	<b>0.71</b>

\* O distrito de Marracuene deve o seu nome a um homem que, segundo a tradição oral, fez com que o distrito tivesse o seu nome. Este homem possuía embarcações no rio Incomáti e também desempenhava as funções de segurança do Rei.

Mujeja Mabjaia foi o primeiro líder dos Mabjaia e notabilizou-se por possuir um exército organizado.

Em termos de cerimónias tradicionais, este distrito é caracterizado pela cerimónia de abertura da Época do Canhú e do Gwaza-Muthini. O canhú é uma bebida extraída do fruto do canhueiro (árvore silvestre), abundante na província de Maputo. A bebida tem a particularidade de não poder ser comercializada. A abertura da época é geralmente celebrada pelo régulo ou por alguém cuja linhagem é reconhecida como hegemónica na região, homem indicado para principiar o consumo daquela bebida.

A cerimónia do Gwaza-Muthini é celebrada desde o tempo colonial até aos dias de hoje com interrupção entre 1976 e 1994, em memória dos soldados tombados ao serviço do exército português na Batalha de Marracuene. No contexto pós-independência a cerimónia é realizada em memória dos guerreiros que tombaram na batalha contra a penetração colonial. A cerimónia compreende dois momentos: a cerimónia do Ku-Phalha (evocação dos espíritos dos ancestrais) e o momento dos discursos oficiais, actividades culturais e dos comes e bebes. A cerimónia do Ku-phalha é dirigida pela família Mazvaya, na qualidade de hegemónicos da região, enquanto que a cerimónia oficial fica a cargo das autoridades administrativas locais.

Ainda no distrito de Marracuene, na vila sede do distrito, foi erguido um monumento em homenagem aos heróis da batalha de Marracuene que tombaram na luta de resistência à ocupação colonial. É o local onde jazem os restos mortais do Rei

Moveja Mabjaia e outros tantos que o sucederam na chefia do regulado. Neste local realizam-se as cerimónias de grande vulto, tais como, por exemplo, pedido de chuva, inauguração da época do sumo de Canhú e o início das celebrações do Gwaza-Muthini (INE, 2006).

**Tabela 4.27** Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas	2
U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos	1
U3 – Acessibilidade	5
U4 – Condições de observação	5
U5 – Proximidade em relação a centros de serviços	5
U6 – Número de turistas	1
U7 – Produto Interno Bruto	5
U8 – Índice de Desenvolvimento Humano	5
	$U1 + U2 + \dots + U8 =$
	29
	$U = (U1 + U2 + \dots + U8)/40 = 29/40 =$
	<b>0.73</b>

**Tabela 4.28** Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.

<b>Indicador</b>	<b>Pontuação</b>
V1 – Situação actual	5
V2 – Ameaças actuais ou potenciais	5
V3 – Fragilidade natural	5
V4 – Fragilidade induzida	5
V5 – Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km	3
V6 – Interesse para exploração mineira	1
V7 – Regime de propriedade	5
	$V1 + V2 + \dots + V7 =$
	29
	$V = (V1 + V2 + \dots + V7)/35 = 29/35 =$
	<b>0.83</b>

$$G = (A + U + V)/3 = (0.71 + 0.73 + 0.83)/3 = 0.76$$

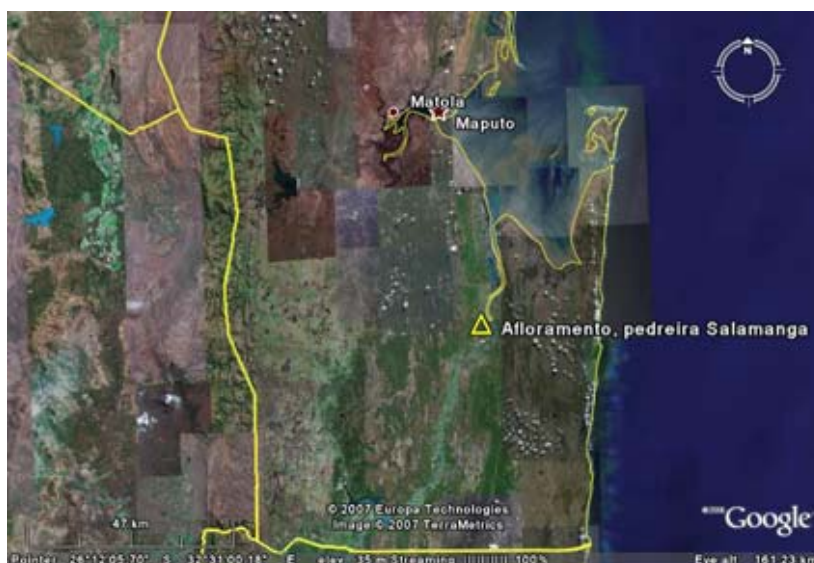
**Código GAUV: [0.76] [0.71] [0.73] [0.83]**

#### 4.4.4.5 Afloramento da pedreira de calcários de Salamanga

##### Localização geográfica

Este afloramento localiza-se numa pedreira de calcários situada na localidade de Salamanga, posto administrativo de Belavista, distrito de Matutuíne na província de

Maputo. Em termos de coordenadas geográficas situa-se na latitude  $26^{\circ} 26'09,0''$ S e longitude  $32^{\circ} 39'20,3''$ E (Fig. 4.28).



**Fig. 4.28** Localização geográfica do afloramento da pedra de calcários de Salamanga. Fonte: Google Earth.

### Enquadramento geológico geral

O afloramento enquadra-se num ambiente sedimentar marinho antigo, de plataforma continental e de recife. A litologia é essencialmente detrítica e biogénica. Trata-se de um depósito sedimentar de idade cretácica constituído por camadas de arenitos bioclásticos consolidados a moderadamente consolidados na base, com teores variados de carbonato de cálcio (localmente fragmentos muito finos de conchas), sobrepostas por uma camada maciça numulítica (Fig. 4.29). Esta sequência sedimentar pertence à Formação de Salamanga (GTK Consortium, 2006b).

Na primeira secção do afloramento com orientação ESE-WNW, a camada inferior é constituída por um arenito de granulometria fina a média de cor branca a amarelada, laminado com fragmentos de conchas de tamanho médio a grosseiro, friável mas com algumas bancadas endurecidas, e por estruturas típicas de canais de escala métrica (camadas frontais ou *foresets*) que estão lateralmente conectadas entre si (Fig. 4.29). Até ao contacto com a camada do topo, a composição mantém-se, mas a estrutura interna aumenta de escala milimétrica para centimétrica.

A camada superior é constituída por um calcário bioclástico maciço, de textura pisolítica, que assenta sobre a camada inferior através de um contacto planar abrupto

muito nítido (Fig. 4.30). Nesta secção toda a sequência sedimentar tem uma espessura de cerca de 7 m.



**Fig. 4.29** Camada superior de calcário numulítico apresentando textura pisolítica (afloramento de Salamanga).

Na segunda secção, de orientação NE-SW, a base é constituída por um arenito friável amarelo-alaranjado, de granulometria fina a média e apresenta estratificação cruzada planar de escala centimétrica a decimétrica (Fig. 4.31). A base pode ser subdividida em 3 conjuntos, sendo que o primeiro tem uma espessura de cerca de 1,10 m e as paleocorrentes apontam para 232/22 (direcção de inclinação). O segundo conjunto tem aproximadamente a mesma espessura e características semelhantes ao primeiro conjunto. O terceiro conjunto mantém a cor dos dois conjuntos iniciais, mas a espessura é o dobro da espessura dos dois primeiros conjuntos juntos. A estrutura interna revela mais estratificação paralela de escala centimétrica.

Os três conjuntos estão separados entre si por superfícies de truncção bem nítidas (Fig. 4.31). A superfície de truncção entre o primeiro e o segundo conjunto apresenta textura de dissolução que dá origem a um relevo negativo (Fig. 4.31). As linhas de truncção também são localmente marcadas por lentes e/ou bolas elípticas de lama principalmente quando próximas da camada do topo (Fig. 4.32). Estas superfícies quando erodidas resultam num relevo negativo. A frequência com que esta lama aparece ao longo da mesma superfície de truncção sugere reactivações num ambiente de flutuações energéticas.



**Fig. 4.30** Panorâmica de parte do afloramento de Salamanga onde se podem observar nitidamente duas unidades distintas separadas por um contacto abrupto e várias camadas frontais (*foresets*).





**Fig. 4.31** Camada de arenito apresentando estratificação cruzada planar e três unidades separadas por superfícies de truncação das quais a primeira ostenta uma textura de dissolução (afloramento de Salamanga).



**Fig. 4.32** Superfícies de truncação apresentando lentes e/ou bolas elípticas de lama (afloramento de Salamanga). Foto: Mussa Achimo, 2007.

Em alguns locais da camada basilar ocorrem estruturas alongadas perpendiculares a estratificação e às superfícies de truncação, preenchidas por lama friável (provavelmente bioturbação, Fig. 4.33).



**Fig. 4.33** Estruturas de bioturbação preenchidas por lama (afloramento de Salamanga). Foto: Mussa Achimo, 2007.

A camada de topo assenta sobre a de baixo através de um contacto planar abrupto. Trata-se de uma camada maciça biogénica, com textura pisolítica e com cerca de 2,4 m de espessura.

### **Tipo de interesse do local proposto**

O afloramento de calcários de Salamanga é provavelmente o melhor afloramento de génese sedimentar no sul de Moçambique. Do ponto de vista sedimentológico e estratigráfico é um afloramento com uma exposição muito boa, onde alguns processos ambientais de deposição podem ser visualizados.

O local também tem interesse didáctico pois nele ocorrem várias estruturas que podem ser vistas e estudadas por estudantes de geologia nas suas práticas de sedimentologia, petrografia sedimentar e fácies sedimentares (ambientes de deposição).



## Avaliação do local proposto

**Tabela 4.29** Informação sobre o grau de conhecimento científico.

Indicador	Sub-indicadores	Nº de sub-indicadores
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	2*
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

\* *Distribution of Tertiary sediments in Zululand and southern Mozambique, southeast Africa* (Frankel, 1972).

Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000 (GTK Consortium, 2006b).

**Tabela 4.30** Avaliação quantitativa dos atributos naturais do geossítio.

Indicador	Pontuação
A1 – Exemplo de processos geológicos actuais	1
A2 – Exemplo de processos geológicos do passado	5
A3 – Diversidade de elementos de interesse presentes	2
A4 – Associação com elementos de natureza cultural	3*
A5 – Associação com outros elementos do meio natural	3**
A6 – Abundância/raridade	5
A7 – Local-tipo	5
A8 – Estado de conservação	3
A9 – Extensão	1
$A1 + A2 + \dots + A9 =$	28
$A = (A1 + A2 + \dots + A9)/45 = 28/45 =$	<b>0.62</b>

\* No distrito de Matutuine, o Gwaza-Muthini também é celebrado num outro contexto, como festa do distrito, a 24 de Julho de cada ano. A festa é antecedida por um culto realizado por um(a) ancião/anciã em memória aos antepassados na presença das mais diversas figuras governamentais e comunitárias.

Este distrito é marcado por algumas figuras históricas como é o caso de Maputo e Capezulo que foram grandes líderes guerreiros cujas acções foram sempre vitoriosas. Ao régulo Maputo coube a honra de ser denominado o principal rio da região, a província e a cidade capital do país, com o seu nome (INE, 2006).

\*\* O distrito de Matutuine tem muitos atributos naturais para o desenvolvimento do turismo, em especial o ecoturismo, conjunto variado de ecossistemas e elevada biodiversidade. Clima, praias arenosas e águas limpas, recifes de corais e rochas, diversidade de peixes e mariscos. Os potenciais turísticos são Ponta do Ouro, Malongane e Mamoli, a península de Machangulo, as Reservas Especial de Maputo e florestal de Liquali, a floresta-galeria do rio Nsele e de Madjadjane, o *lodge* de Gala, etc. (INE, 2006).

**Tabela 4.31** Avaliação quantitativa da utilidade do geossítio.

Indicador	Pontuação
U1 – Actividades que podem ser desenvolvidas	2
U2 – Possibilidade de colheita de objectos geológicos	3
U3 – Acessibilidade	3
U4 – Condições de observação	3
U5 – Proximidade em relação a centros de serviços	1
U6 – Número de turistas	1
U7 – Produto Interno Bruto	5
U8 – Índice de Desenvolvimento Humano	5
	$U1 + U2 + \dots + U8 =$
	$23$
	$U = (U1 + U2 + \dots + U8)/40 = 23/40 =$
	<b>0,58</b>

**Tabela 4.32** Avaliação quantitativa da vulnerabilidade do geossítio.

Indicador	Pontuação
V1 – Situação actual	5
V2 – Ameaças actuais ou potenciais	1
V3 – Fragilidade natural	3
V4 – Fragilidade induzida	5
V5 – Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km	3
V6 – Interesse para exploração mineira	5
V7 – Regime de propriedade	1
	$V1 + V2 + \dots + V7 =$
	$23$
	$V = (V1 + V2 + \dots + V7)/35 = 23/35 =$
	<b>0.66</b>

$$G = (A + U + V)/3 = (0.62 + 0.58 + 0.66)/3 = 0.62$$

**Código GAUV: [0.62] [0.62] [0.58] [0.66]**

#### 4.4.4.6 Análise dos resultados da avaliação quantitativa dos locais propostos

A tabela 4.33 resume os resultados da avaliação quantitativa efectuada anteriormente no âmbito dos exemplos de aplicação.

**Tabela 4.33** Resumo dos resultados da avaliação quantitativa dos locais propostos.

Local proposto	Código GAUV
Afloramento na estrada nacional EN4	[0.68] [0.58] [ <b>0.80</b> ] [0.66]
Dique da pedreira de Estevel	[0.67] [0.56] [0.70] [0.74]
Afloramento dos CFM de Boane	[0.64] [0.64] [0.65] [0.63]
Miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene	[ <b>0.76</b> ] [ <b>0.71</b> ] [0.73] [ <b>0.83</b> ]
Afloramento da pedreira de calcários de Salamanga	[0.62] [0.62] [0.58] [0.66]

Analisando a tabela 4.33 pode verificar-se que, de todos os locais avaliados, o miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene é o que obteve maior pontuação final ( $G = 0.76$ ), seguido pelo afloramento situado na estrada nacional número 4 (EN4), com uma pontuação final de 0.68. O miradouro de Marracuene também obteve a melhor pontuação referente aos atributos naturais ao geossítio ( $A = 0.71$ ). No que se refere ao indicador utilidade do geossítio, o afloramento da EN4 obteve maior pontuação ( $U = 0.80$ ). De todos os locais estudados, o miradouro de Marracuene é o que maior vulnerabilidade apresenta ( $V = 0.83$ ).

Assim, porque o local denominado na presente Dissertação por Miradouro junto ao controlo da polícia em Marracuene obteve a maior pontuação em termos de valor de  $G$ ,  $A$  e  $V$ , propõe-se que, relativamente aos outros locais, este seja prioritário no desenvolvimento de acções visando a sua conservação. Em virtude da elevada vulnerabilidade apresentada, recomenda-se a sua conservação, de modo a que sejam criadas as condições mais apropriadas para a sua valorização e divulgação.

Seguindo a ordem de prioridade estabelecida pelos valores de  $G$ , o segundo local que deve ser incluído em acções de geoconservação é o afloramento situado na estrada EN4 ( $G = 0.68$ ), que conjuntamente obteve a melhor pontuação em termos de utilidade ( $U = 0.80$ ).

A análise dos resultados da avaliação quantitativa de alguns geossítios de referência localizados na província de Maputo, na sequência da aplicação do método de avaliação da relevância de geossítios desenvolvido no âmbito da presente Dissertação, permite comprovar a sua validade e praticabilidade. Assim, dada a validade e

exequibilidade do método, propõe-se a sua implementação na avaliação do património geológico de Moçambique.



## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Moçambique é caracterizado pela ocorrência de uma grande diversidade geológica, da qual fazem parte alguns sítios geológicos de carácter excepcional (geossítios), mas que no entanto ainda não estão inventariados e valorizados.

Como etapa inicial, estes geossítios devem ser inventariados e caracterizados de modo a definir-se um programa concreto que vise a sua conservação e utilização em actividades didácticas, científicas e geoturismo.

Assim, a presente Dissertação tem como principal objectivo desenvolver uma proposta de metodologia de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico moçambicano. Para o efeito procedeu-se:

- a uma análise da situação actual e perspectivas futuras em Moçambique, em matéria de geoconservação;
- a uma pesquisa da informação existente sobre a geologia de Moçambique, por forma a disponibilizar uma síntese sobre a geodiversidade que ocorre em território moçambicano;
- a uma análise de metodologias e experiências internacionais em acções de geoconservação;

Com base neste trabalho, procedeu-se então à elaboração de uma proposta de metodologia de inventariação e avaliação do património geológico de Moçambique, adaptada à realidade e especificidades moçambicanas. Esta proposta define:

- o conjunto de acções a implementar e seu faseamento;
- as linhas de orientação geral a seguir no processo de selecção de geossítios;
- os critérios de selecção, indicadores e quantificação da relevância dos geossítios.

A proposta elaborada, que se apresenta no âmbito da presente Dissertação, inclui uma ficha de inventariação a aplicar no processo de inventário do património geológico moçambicano (ver Anexo 2), tendo ainda sido concebida uma base de dados visando acomodar e centralizar os dados recolhidos durante o processo de inventariação (ver anexo 3).

Apresenta-se, em seguida, algumas considerações finais e principais conclusões do trabalho desenvolvido.

## **5.1 Sobre os programas internacionais em conservação da natureza**

Devido à crescente necessidade de se preservar a natureza, pois dela depende a sobrevivência da humanidade, foram criados vários programas a nível internacional virados para a conservação da natureza. No entanto, a maior parte está concentrada na preservação da biodiversidade, em detrimento da geodiversidade.

Esta realidade poderá estar relacionada com o facto de a maior parte das pessoas, incluindo as pessoas que detêm o poder de decisão, estarem pouco esclarecidas sobre a importância de se preservar a geodiversidade, com o mesmo grau de importância atribuída à biodiversidade. Provavelmente, esta situação também poderá estar relacionada com o facto de as Ciências Geológicas terem estado, durante largos anos, estarem essencialmente viradas para a exploração dos recursos geológicos e não propriamente para a sua conservação, sendo esta uma abordagem ainda muito recente.

O desafio passa essencialmente por um envolvimento cada vez maior dos geocientistas na divulgação da necessidade de se preservarem os recursos geológicos, promovendo as geociências junto do cidadão comum e principalmente junto dos que são detentores do poder de decisão, pois são eles que traçam as políticas, programas, etc.

Os geólogos devem ser cada vez mais activos e interventivos na sociedade, divulgando e promovendo as geociências, participando na explicação dos fenómenos naturais, particularmente geológicos, que fazem parte do dia-a-dia do cidadão comum e realizando investigação científica virada essencialmente para a resolução dos problemas concretos que afectam as populações.

Deve procurar-se uma maior aproximação entre os geocientistas e os detentores de poder de decisão, para que sejam criados mecanismos de cooperação, que permitam que as decisões políticas sejam tomadas tendo como base um suporte científico e não por vontade meramente política.

Dos vários programas internacionais virados para a preservação do património natural em geral e do património geológico em particular, o projecto *Geosites* (IUGS) é provavelmente o mais justo e coerente. Neste projecto, a indicação de sítios para conservação não depende exclusivamente de sugestões efectuadas a título individual ou por uma única agência nacional ou de propostas apresentadas pelos países, como sucede



por exemplo no caso da Convenção para a Protecção do Património Mundial Cultural e Natural, mas baseia-se numa selecção acordada por todas as partes interessadas e do exame final por parte do comité nacional da IUGS.

Outro aspecto importante no projecto *Geosites* é o facto de este utilizar uma metodologia que consiste na selecção de sítios geológicos dentro de características que são essenciais e representativas da geologia de um país ou de uma região. Portanto, a selecção dos geossítios é feita dentro de um contexto geológico previamente definido e não de maneira aleatória.

O método estabelecido pelo projecto *Geosites*, para a selecção de sítios de interesse geológico, baseia-se numa base comparativa e contextual de avaliação dos sítios. Este projecto permite seleccionar áreas e lugares mais valiosos e representativos do património geológico nas suas próprias características espaciais (tempo/lugar) e genéticas (processo/tipologia).

Um outro programa internacional que merece referência é o Programa *Geoparks* da UNESCO. A relevância do programa *Geoparks* está relacionada com o facto de este, aliar a valorização de locais de valor para a história da Terra, com aspectos sociais tais como, por exemplo, a criação de emprego e fomento do desenvolvimento económico local. Moçambique é um país caracterizado por uma economia ainda frágil, elevados índices de desemprego e por várias assimetrias entre os grandes centros urbanos e as zonas rurais. Assim, o estabelecimento de geoparques no país, poderá contribuir para a redução do desemprego e para o desenvolvimento nessas áreas.

Os geoparques da UNESCO constituem ainda, um instrumento pedagógico importante para a educação ambiental, formação e pesquisa, onde também podem ser incluídas questões relativas às geociências.

## **5.2 Sobre a geodiversidade em Moçambique**

### **Sobre a geomorfologia**

Em geral, o relevo de Moçambique apresenta-se em forma de anfiteatro que se caracteriza pela ocorrência de uma zona montanhosa a oeste, a qual vai diminuindo de altitude em forma de degraus aplanados à medida que se avança em direcção à zona litoral a leste, terminando numa zona de planícies.

Verifica-se que cerca de metade do território moçambicano é constituída pela planície com altitudes que vão até aos 200 metros, que ocupa a maior parte das províncias do sul do país, nomeadamente Maputo, Gaza, Inhambane e Sofala.

A região norte de Moçambique é caracterizada pela ocorrência de superfícies aplanadas com altitudes que variam entre os 200 e 1000 metros. Em Moçambique ocorrem duas zonas planálticas, a primeira das quais ao norte do paralelo 17° sul, caracterizando-se por altitudes compreendidas entre os 200 e 600 metros, e a segunda com altitudes superiores a 600 metros, ocorrendo nas províncias do norte e centro do País. Na província de Cabo Delgado, Nampula, Tete, Manica e oeste de Gaza ocorrem planaltos com altitudes entre os 200 e 600 metros.

As montanhas são relativamente pouco extensas, ocorrendo predominantemente a norte do paralelo 21° Sul, nas províncias de Niassa, Zambézia, Tete e Manica, e têm altitudes superiores a 1000 metros.

A geomorfologia de Moçambique é caracterizada pela ocorrência de uma variedade de geoformas a diferentes escalas, que estão relacionadas com a diversidade litológica existente e com os eventos tectónicos e erosivos que moldaram as rochas ao longo do tempo geológico, conferindo à paisagem aspectos particulares.

### **Sobre a geologia**

Em Moçambique ocorrem todos os tipos genéticos de rochas, com idades que vão desde o Arcaico ao Quaternário. Estas rochas dividem-se entre um soco cristalino com idade arcaica-câmbrica e rochas com idade fanerozóica, geralmente sedimentos (sub-)horizontais continentais e marinhos e rochas (sub-)vulcânicas associadas, em geral depositadas posteriormente ao Ciclo Orogénico Pan-Africano. A cobertura fanerozóica divide-se em Supergrupo do Karoo e sequências depositadas durante o desenvolvimento do Sistema do Rife da África Oriental.

Constituem o soco cristalino vários tipos de rochas, como paragneisses supracrustais metamorfizados, granulitos e migmatitos, ortogneisses e rochas ígneas que, do ponto de vista geodinâmico, pertencem a três terrenos diferentes (Terreno do Gondwana Este, Terreno do Gondwana Oeste e Terreno do Gondwana Sul), que colidiram e se amalgamaram durante o Ciclo Orogénico Pan-Africano. Anteriormente à amalgamação pan-africana, cada terreno possuía um desenvolvimento geodinâmico individual e específico.

### **Sobre os recursos minerais**

Moçambique é um país rico em recursos minerais, alguns dos quais têm sido explorados. As características e a sua evolução geológica apontam para a existência de um potencial mineral ainda maior, o qual poderá ser descoberto com o evoluir do conhecimento geológico do país.

Actualmente, os recursos minerais que têm sido explorados com algum destaque incluem o carvão de Moatize na província de Tete, noroeste de Moçambique, minerais pesados em Moma na província de Nampula, e gás natural de Pande na província de Inhambane. Também têm sido explorados calcários, mármore, ouro aluvionar, materiais de construção, etc.

Relativamente às gemas (esmeralda, água-marinha, rubelite, quartzo ametista, turmalina, entre outros), é de referir que estas são encontradas principalmente associadas aos pegmatitos, mas também a zonas de contacto entre rochas básicas e ultrabásicas, rochas vulcânicas do Karoo, depósitos aluviais, eluviais e a laterites.

Vários campos pegmatíticos nas províncias da Zambézia e Nampula constituem as mais importantes áreas de ocorrência de gemas do país. Outras ocorrências igualmente importantes são as da província de Cabo Delgado e Niassa, no norte de Moçambique, e Tete a noroeste.

Em geral, a exploração das gemas é feita usando práticas artesanais e por garimpeiros que exercem a actividade ilegalmente, defraudando o Estado moçambicano em milhões de divisas e degradando o meio ambiente.

Uma das alternativas que poderá ajudar a eliminar a prática ilegal e desregada do garimpo passa pelo reforço do papel fiscalizador da Autoridade Tradicional Local, o licenciamento dos operadores e a organização dos garimpeiros em associações. Por outro lado, tem se verificado que grande parte dos garimpeiros ilegais que operam em Moçambique é proveniente dos países vizinhos, daí que deve ser reforçada a fiscalização e controlo da sua entrada e saída ao nível dos postos fronteiriços.

### **Sobre os recursos hídricos**

A maior parte dos rios que atravessam o território moçambicano correm de oeste para leste, em direcção ao Oceano Índico, e são de abastecimento predominantemente pluvial e de regime periódico.

Os principais rios de Moçambique têm as suas nascentes nos países vizinhos, com excepção dos da zona norte, a maioria dos quais tem a sua bacia hidrográfica em território nacional.

O facto de os principais rios nacionais terem as suas nascentes em países vizinhos, torna Moçambique dependente em termos de gestão das suas reservas de água e na prevenção de inundações em períodos de precipitação elevada. Devido à crescente evolução populacional e industrial, com implicações ao nível do aumento da poluição dos recursos hídricos, a médio ou longo prazo, poderá ocorrer um incremento da procura de água de boa qualidade, o que fará com que esta comece a escassear. Esta é uma realidade que deve ser levada em consideração por parte dos organismos nacionais de tutela.

Assim, Moçambique deve precaver-se através da criação de mecanismos de gestão/partilha e/ou cooperação dos recursos hídricos da região com os países vizinhos. Portanto, a nível da região austral de África, a gestão dos recursos hídricos deve ser bem definida, partilhada e gerida através de protocolos específicos para prevenir futuros conflitos.

Os rios de Moçambique têm um bom potencial hídrico que pode ser aproveitado para a geração de energia eléctrica e para irrigação.

### **Sobre os processos e fenómenos naturais actuais**

No que diz respeito aos processos e fenómenos naturais, de referir que Moçambique, dada a sua localização geográfica, é bastante vulnerável a fenómenos tais como ciclones e cheias. As principais zonas de incidência de ciclones situam-se na costa moçambicana, apesar de alguns ciclones atingirem zonas do interior.

As cheias estão relacionadas com o facto de Moçambique se localizar geograficamente a jusante e possuir características geomorfológicas que permitem receber grandes quantidades de água proveniente do interior do continente. Outros processos naturais que ocorrem são os sismos e a erosão dos solos, dos quais o último está associado à evolução geológica natural, mas em grande parte é induzida e acelerada pela actividade humana.

### **5.3 Sobre a geoconservação em Moçambique: situação actual e perspectivas**

#### **Sobre a situação do património geológico**

No que diz respeito à situação actual do património geológico nacional, é de referir que ainda não está definida nenhuma estratégia visando a sua conservação, não existindo um inventário nacional deste património natural.

Para reverter esta situação, o Museu Nacional de Geologia está a desenvolver um projecto visando o estudo do património geológico de Moçambique. No âmbito deste projecto, poderá ser criada uma Comissão Nacional para o Património Geológico, que terá a seu cargo a definição das Categorias Temáticas segundo as quais se vai proceder ao inventário geológico nacional. A metodologia para a inventariação e avaliação dos geossítios nacionais é proposta na presente Dissertação, incluindo a ficha a ser utilizada na fase do inventário. O apoio financeiro para a materialização do projecto será disponibilizado pelo Estado moçambicano. Assim, vislumbra-se um futuro promissor no que diz respeito ao património geológico nacional.

#### **Sobre a legislação aplicável ao património**

Quanto à legislação para a protecção do património geológico nacional, de salientar que não existe legislação específica para o efeito.

Pelo facto de esta ser uma abordagem recente a nível mundial e particularmente a nível nacional, o facto é perfeitamente aceitável, mas que, no entanto, deve ser revertido o mais brevemente possível. Para o efeito, deverá haver uma aproximação e cooperação entre os geocientistas e os legisladores no sentido de se desenvolver uma legislação específica para regular aspectos ligados ao património geológico. No entanto, enquanto tal não sucede deverão ser aplicados, na salvaguarda do património geológico moçambicano, os dispositivos legais existentes e que se enumeram no item 2.4 da presente Dissertação.

## **Sobre as potencialidades do geoturismo**

Em Moçambique, a actividade turística está maioritariamente virada à contemplação das praias e fauna bravia nas Reservas e Parques Nacionais e não para o aproveitamento turístico dos recursos que a geologia de Moçambique oferece.

Moçambique goza de um enorme potencial geoturístico relacionado com a sua grande geodiversidade, mas que lamentavelmente ainda não está a ser devidamente explorado. Uma das razões que contribui para esta realidade é o desconhecimento por parte das entidades ligadas ao sector do turismo sobre as potencialidades turísticas que a geologia de Moçambique oferece.

A inclusão de geossítios no conjunto de produtos turísticos vai de certa forma contribuir para a sua diversificação e criar outras alternativas de entretenimento ao turismo de praia, o que seria uma mais valia para o sector do turismo em Moçambique.

A ausência de conhecimentos sobre as potencialidades geoturísticas que o país possui, por parte das entidades ligadas ao sector do turismo, pode ser provavelmente ultrapassada através da criação de plataformas de intercâmbio, promoção, divulgação e sensibilização entre a entidade actualmente ligada ao estudo do património geológico de Moçambique, que é o Museu Nacional de Geologia, e os órgãos do Ministério do Turismo. Portanto, deve ser criado um mecanismo através do qual o Museu Nacional de Geologia possa canalizar para o Ministério do Turismo todas as informações pertinentes, incluindo a indicação de locais geológicos que poderão ser englobados nos programas e/ou projectos de promoção turística do Ministério do Turismo.

## **Sobre a geoconservação e o ensino**

O conhecimento limitado que as pessoas possuem relativamente às questões relacionadas com as Geociências, deve-se a praticamente inexistente abordagem de temas de Geologia nos programas curriculares de ensino. O ensino de matérias sobre a Geologia deve ser implementado com o mesmo grau de relevância atribuído ao ensino das Ciências Biológicas. Apesar de uma revisão de programas curriculares de ensino ser um processo bastante dispendioso e complexo, esta deverá ser efectuada. As instituições que lidam com as Geociências têm de exercer uma grande pressão ao Ministério da Educação e Cultura, com vista a o mais rapidamente possível, resolver esta situação. A educação das novas gerações é preponderante para que no futuro, a Geologia possa ser

vista como fazendo parte da nossa vivência diária. O conhecimento é a ferramenta fundamental para a mudança de atitude. Assim, a curto prazo, deverá proceder-se à formação de professores de Ciências Naturais dos ensinos básico e secundário, em matérias de Geologia em geral e Geoconservação em particular. As acções imediatas podem incluir ainda, acções de divulgação nas escolas (realização de palestras, exposições), saídas de campo, visitas aos Museus de Geologia, instituições ligadas às Geociências, etc.

#### **5.4 Sobre o processo de inventariação e avaliação do património geológico em Moçambique**

##### **Sobre as acções a implementar e seu faseamento**

A análise de experiências internacionais em geoconservação permitiu verificar que a Grã-Bretanha possui muitos anos de experiência nesta matéria e que o procedimento adoptado neste país para a conservação de sítios geológicos passa pela criação de Categorias Temáticas. Esta análise permitiu constatar que o processo de inventariação de património geológico é complexo e necessita de alguns anos para ser concretizado. No entanto, o recurso a Categorias Temáticas é particularmente adequado a um processo de inventariação sistemático em áreas extensas.

Quanto ao processo de inventariação, caracterização e avaliação do património geológico de Moçambique, é de referir que a definição das unidades geológicas mais representativas da geologia de Moçambique (Categorias Temáticas) é fundamental para se proceder a um inventário sistemático, abrangente e credível. Uma vez definidas as principais características geológicas do país, bastará proceder-se à selecção dos melhores sítios geológicos de cada uma das Categorias Temáticas anteriormente definidas.

O processo de inventariação do património geológico nacional não deve ser aleatório, mas sim sistematizado e faseado, para evitar que este seja interminável e não representativo das características geológicas notáveis de Moçambique. Deverá contemplar uma caracterização pormenorizada e uma avaliação da sua relevância, tendo como principal instrumento de suporte ao processo uma ficha de inventariação desenvolvida no âmbito do presente trabalho (ver Anexo 2) e compilação em base de dados do conjunto de dados obtidos (ver Anexo 3).



Deverá ainda, incluir a colaboração de vários especialistas nas diferentes fases do processo. O seu faseamento inclui uma etapa inicial de constituição de uma Comissão de trabalho que será responsável pela coordenação e implementação de todo o processo.

Por último, considera-se importante que a última fase do processo de inventariação, contemple uma ampla divulgação dos resultados, tendo em vista a conservação e a promoção do património geológico moçambicano.

### **Sobre as linhas de orientação na selecção dos geossítios**

No presente trabalho é apresentada uma proposta de linhas de orientação baseada no trabalho de Wimbledon *et al.* 1995, sendo de realçar que no processo de selecção de geossítios deve ser dada prioridade a locais que apresentem os valores mais elevados de quantificação da relevância, maiores valores de vulnerabilidade, bem como relevância nos atributos naturais do geossítio, nomeadamente registos geológicos completos e/ou particulares, ocorrências únicas na região, potencial para a realização de trabalho de investigação. Deve ainda ser dada prioridade aos geossítios que ofereçam maior potencial para o seu uso.

### **Sobre os critérios de selecção e avaliação da relevância dos geossítios**

Relativamente aos critérios de selecção e quantificação da relevância dos geossítios, na presente Dissertação, apresenta-se uma proposta elaborada com base nos métodos de Brilha (2005) e Bruschi & Cendrero (2005), diferindo destas em alguns pontos que serão, em seguida, analisados e discutidos.

No método apresentado é proposta a utilização de três critérios de selecção que são: atributos naturais, utilidade e vulnerabilidade do geossítio. Para cada critério foram estabelecidos indicadores de avaliação da relevância, utilizando para cada um deles uma escala de pontuação que vai de 1 a 5, sendo 1 a mínima e 5 máxima. Os indicadores propostos encontram-se nas tabelas 4.10, 4.11 e 4.12.

Considerando-se que os três critérios previamente definidos são igualmente relevantes na selecção dos geossítios, propõe-se que na quantificação final seja atribuída igual ponderação aos parâmetros atributos naturais, utilidade e vulnerabilidade do geossítio.

Um aspecto a salientar na proposta apresentada na presente Dissertação é a introdução de um código para a discriminação do valor final do geossítio (GAUV), o qual permite resumir e apresentar todos os atributos de um determinado geossítio avaliado num único código, facilitando deste modo o processo de avaliação e selecção quando se está perante um grande número de geossítios.

Fazendo uma análise do método de quantificação de Bruschi & Cendrero (2005), constata-se que, para a avaliação dos indicadores, estes autores empregam uma pontuação compreendida entre zero e quatro, onde zero é o valor mínimo. Na óptica do autor da presente Dissertação, o uso do zero como valor mínimo não parece ser o mais correcto, pelo facto de zero significar nulo ou ausência. Pelo simples facto de se tratar de um geossítio, os indicadores nunca podem ser nulos. Aceita-se que os indicadores possam ter valores de pontuação mínimos, mas nunca nulos. Assim, apresenta-se uma proposta de avaliação de geossítios em que a pontuação mínima adoptada foi de 1 (um).

Bruschi & Cendrero (2005) e Brilha (2005) incluem adicionalmente o parâmetro Grau de Conhecimento Científico, como indicador do valor intrínseco do geossítio. Este indicador permite avaliar o grau de conhecimento e de importância que é atribuído a um determinado geossítio pela comunidade científica. Quando um determinado sítio é/ou foi alvo de vários estudos científicos e sobre o mesmo existem numerosos trabalhos publicados é porque do ponto de vista científico o local é atractivo. Quanto maior for o número e a diversidade de publicações existentes sobre um determinado geossítio, maior é a sua relevância científica.

No método de avaliação de geossítios proposto nesta Dissertação, o indicador Grau de Conhecimento Científico é utilizado apenas como uma informação adicional à avaliação e não como um parâmetro de cálculo do valor intrínseco. A exclusão do grau de conhecimento científico da avaliação do valor intrínseco ou dos atributos naturais do geossítio como se refere na presente Dissertação, está relacionada com o facto de em Moçambique existir um número limitado de publicações sobre a geologia de extensas áreas do país. Devido a este facto, a avaliação deste indicador seria em geral sempre baixa ou nula, com conseqüente diminuição da pontuação final dos geossítios localizados nessas áreas.

Assim, propõe-se que o grau de conhecimento científico de um determinado local seja apresentado como uma informação adicional aos indicadores de avaliação do

geossítio, não quantificada, tendo em conta o número de publicações existente (ver ficha de inventariação no Anexo 2):

- Teses de doutoramento
- Teses de mestrado
- Teses de licenciatura
- Publicações em revistas internacionais
- Publicações em revistas nacionais
- Outro tipo de publicações
- Relatórios/documentos não publicados

No que se refere ao indicador “Utilidade como modelo ou exemplo de processos”, na proposta apresentada na presente Dissertação, optou-se por separar os processos geológicos actuais dos do passado para permitir uma análise mais objectiva.

Outro aspecto a assinalar no método apresentado por Bruschi & Cendrero (2005), é que, para além de avaliar a presença de outros elementos naturais (flora e fauna), o mesmo não contempla a avaliação de outros aspectos geológicos que porventura possam ocorrer próximo do geossítio em análise. Na proposta apresentada nesta Dissertação, o problema é solucionado ao contemplar a avaliação destes elementos de interesse geológico no indicador “Associação com outros elementos do meio natural”.

Analisando o indicador “Posse de terra” de Bruschi & Cendrero (2005), referido como “Regime de propriedade” na proposta apresentada na presente Dissertação, verifica-se que é atribuída uma pontuação máxima para os sítios que se localizam em propriedade privada e mínima para os que se localizam em propriedade pública. Em Moçambique, em alguns casos, as instituições ou propriedades privadas têm melhores condições de protecção dos seus bens relativamente às instituições públicas. Por essa razão, na proposta apresentada pelo autor no âmbito desta Dissertação, a avaliação do indicador “Regime de propriedade” é feita de modo diferente, onde a pontuação máxima é atribuída a sítios que se localizam em propriedade pública e mínima para aqueles localizados em propriedade privada.

No método apresentado por Serrano & González-Trueba (2005), na avaliação do indicador “Vulnerabilidade”, é atribuída pontuação máxima para vulnerabilidade baixa

e mínima para uma vulnerabilidade elevada. Provavelmente, estes autores procederam deste modo para que no momento da avaliação global, os geossítios mais vulneráveis obtenham uma baixa pontuação e no fim sejam excluídos das acções de geoconservação. Na óptica do autor da presente Dissertação, a pontuação máxima deve ser atribuída aos sítios mais vulneráveis e mínima aos sítios que são menos vulneráveis. Esta abordagem vai fazer com que, no global, os geossítios mais vulneráveis obtenham valores finais de pontuação mais elevados relativamente aos geossítios menos vulneráveis. Pretende-se deste modo, fazer com que os geossítios mais vulneráveis sejam os primeiros a serem integrados em estratégias visando a sua conservação. Na opinião do autor, deve ser dada prioridade à conservação dos sítios mais vulneráveis relativamente àqueles menos vulneráveis, de modo a prevenir que os mesmos se percam para sempre.

Analisando o indicador “Ameaças actuais ou potenciais” do método de quantificação apresentado por Brilha (2005), verifica-se que este autor valoriza os geossítios que ocorrem em zonas sem pressões urbanísticas, industriais ou outras, atribuindo-lhes pontuação máxima, na sua opinião de modo a facilitar a sua classificação e conservação. Diferentemente, para a avaliação do indicador “Situação actual”, Brilha (2005) privilegia os geossítios que não possuam nenhum tipo de protecção legal. Isto é um pouco antagónico porque se no caso anterior, o autor valoriza geossítios que ocorrem em zonas sem pressões urbanísticas e consequentemente menos vulneráveis, no caso seguinte são valorizados geossítios sem nenhuma protecção legal, isto é, mais vulneráveis. Dado que se pretende tornar prioritária a conservação dos geossítios mais vulneráveis, propõe-se no âmbito do presente trabalho, idêntica abordagem para os dois indicadores, estabelecendo pontuação máxima também para os geossítios que ocorrem em zonas com pressões urbanísticas, industriais ou outras.

De igual modo, não deverá ser atribuída pontuação máxima de 5 para “aspectos geomorfológicos que pelas suas grandes dimensões, relevo, etc., são dificilmente afectados, de modo importante, pelas actividades humanas” (Brilha, 2005), quando se está a avaliar a fragilidade de um geossítio, porque nas condições anteriormente referidas o geossítio não é frágil. Neste caso, a pontuação adequada deverá ser a mínima que é de 1.

No âmbito do presente trabalho, propõe-se que a análise da fragilidade dos geossítios relativamente à acção de processos naturais e à actividade humana seja

efectuada separadamente, criando para o efeito dois indicadores distintos “Fragilidade natural” e “Fragilidade induzida”, respectivamente.

Para testar o método de avaliação da relevância de geossítios desenvolvido no âmbito deste trabalho, foram estudadas cinco ocorrências geológicas de referência localizadas na província de Maputo, sul de Moçambique, tendo-se verificado a aplicabilidade do método proposto.

## BIBLIOGRAFIA

- Actualização das projecções da população por províncias 1997-2015. Instituto Nacional de Estatística, Série: Estudos N° 2, 2ª Edição, Moçambique.
- Afonso, R.S. & Marques, J. M. (1998). Recursos Minerais da República de Moçambique: Contribuição para o seu conhecimento. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa; Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Afonso, R. S., Marques, J. M. & Ferrara, M. (1998). A evolução geológica de Moçambique. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa; Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Barca, A. (1992). Perfil Físico: Colecção “Conhecer Moçambique 1”. Editora Escolar.
- Baretino, D. (2000). Integración de las acciones españolas en las iniciativas internacionales para la conservación del patrimonio geológico. *Temas Geológico-Mineros*, 31, 41-60.
- Bingen, B., Bjerkgård, T., Boyd, R., Dehls, J., Engvik, A., Grenne, T. (2007). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Bondyrev, I. V. (1983). Notícia explicativa (provisória) da Carta Geomorfológica de Moçambique. Ministério dos Recursos Minerais, Instituto Nacional de Geologia, Maputo.
- Brilha, J. (2005). Património geológico e geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editores, Braga, 190 p.
- Brilha, J., Andrade, C., Azeredo, A., Barriga, F. J. A. S., Cachão, M., Couto, H., Cunha, P. P., Crispim, J. A., Dantas, P., Duarte, L. V., Freitas, M. C., Granja, M. H., Henriques, M. H., Henriques, P., Lopes, L., Madeira, J., Matos, J. M. X., Noronha, F., Pais, J., Piçarra, J., Ramalho, M. M., Relvas, J. M. R. S., Ribeiro, A., Santos, A., Santos, V., Terrinha, P. (2005). Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, Vol. 28, No. 3, 177-186.
- Bruschi, V. M. & Cendrero, A. (2005). Geosite evaluation; can we measure intangible values? *Il Quaternario, Italian journal of Quaternary Sciences*, 18 (1), Volume Speciale, 293-306.
- CAG 21 (2006). Guião da excursão M5 do XXI Colóquio de Geologia Africana, Maputo, Moçambique.
- Cílek, V. G. (1989). *Industrial Minerals of Mozambique*. Geological Survey, Prague.
- Coratza, P. & Giusti, C. (2005). Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. *Il Quaternario, Italian journal of Quaternary sciences*, 18 (1) Volume Speciale, 307-313.

- Cortés, A. G., Baretino, D. & Gallego, E. (2000). Inventory and cataloguing of Spain's geological heritage. An historical review and proposals for the future. In: Geological heritage: Its Conservation and Management. Baretino, D., Wimbledon, W. A. P. & Gallego, E., Madrid, Spain, 47-67.
- Dingwall, P. R. (2000). Legislation and international agreements: the integration of the geological heritage in nature conservation policies. In: Geological Heritage: Its Conservation and Management. Baretino, D., Wimbledon, W. A. P., Gallego, E. (Eds.), Madrid, Spain, 15-28.
- Eder, W. (1999). UNESCO GEOPARKS: A new initiative for protection and sustainable development of Earth's heritage. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Stuttgart, 214, 353-358.
- Elízaga, M. E. (1988). Georrecursos culturais. *Geologia Ambiental*, 85-100.
- Fernando, M. E. & Sigaúque, J. (2007). Normas elementares para a Conservação, Classificação e Valorização de Monumentos, Conjuntos e Sítios – produzido para capacitação de técnicos a diferentes níveis (relatório inédito), Maputo.
- Ferrara, M. (2004). Relatório sobre uma breve visita a algumas florestas fossilizadas na província de Tete: Áreas de Mágoè e de Carangache (relatório inédito), Maputo, 8 p.
- Flores, G. (1961). Outline of geology of Mozambique (relatório inédito). Mozambique Gulf Oil Co., Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques.
- Flores, G. (1966). Geology of the Cheringoma uplift (relatório inédito). Mozambique Gulf Oil Co., Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques.
- Flores, G. & Nosedá, C. (1960). Reconnaissance of Porto Amélia, Cabo Delgado área (relatório inédito). Mozambique Gulf Oil Co., Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques.
- Frankel, J. J. (1972). Distribution of Tertiary sediments in Zululand and southern Mozambique, southeast Africa. *Am Assoc Pet. Geol Bull*, 56, 2415–2425.
- Grandgirard, V. (1997). Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de doctorat, Université de Fribourg, Faculté des Sciences, Fribourg, Suisse.
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 434 p.
- GTK Consortium (2006a). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000. Direcção Nacional de Geologia, Volume 4, Maputo.
- GTK Consortium (2006b). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000. Direcção Nacional de Geologia, Volume 1, Maputo.
- GTK Consortium (2006c). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000. Direcção Nacional de Geologia, Volume 2, Maputo.
- GTK Consortium (2006d). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000. Direcção Nacional de Geologia, Volume 3, Maputo.



- 
- Harley, M. (1994). The RIGS (Regionally Important Geological/geomorphological Sites) challeng – involving local volunteers in conserving England’s geological heritage. In: Geological and Landscape Conservation. Ó’Halloran, D., Green, C., Harley, M., Stanley, M., Knill, J., Geological Society, London, 313-317.
  - Hose, T. A. (2000). European “Geotourism” – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. In: Geological Heritage: Its Conservation and Management. Baretino, D., Wimbledon, W. A. P., Gallego, E. (Eds.), Madrid, Spain, 127-146.
  - INE (2004). Anuário Estatístico 2004 província de Maputo. Instituto Nacional de Estatística, Maputo, Moçambique.
  - INE (2005). Anuário Estatístico 2005. Instituto Nacional de Estatística, Maputo, Moçambique.
  - INE (2006). Retrato de Maputo Província 2006. Instituto Nacional de Estatística, Delegação Provincial, Maputo, Moçambique.
  - INE (2007). Contas Nacionais Preliminares I Trimestre 2007. Instituto Nacional de Estatística, Direcção das Contas Nacionais e Indicadores Globais, Maputo, Moçambique.
  - INGC (2003). Plano de Contingência: Época chuvosa e de Ciclones 2003/2004. Instituto Nacional de Gestão de Calamidades, Maputo, Moçambique.
  - Lächelt, S. (2004). Geology and mineral resources of Mozambique. Direcção Nacional de Geologia, Maputo, Moçambique.
  - Laumanns, M., Ruggieri, R., Germano, A., Galletti, I., Gebauer, H. D., Germano, A. (1999). Relatório - Projecto espeleológico europeu “Cheringoma 1998” (relatório inédito), 85 p.
  - Macey, P. H., Ingram, B. A., Cronwright, M. S., Botha, G. A., Roberts, M. R., Grantham, G. H., Kock, G. S., Maré, L. P., Botha, P. M. W., Kota, M. (2006). Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000, folhas 1537 a 1540, 1637/1638 e 1639/1640. Direcção Nacional de Geologia, Maputo, Moçambique.
  - Massoli-Novelli, R., Burri, E. & Petitta, M. (1998). Geosites inventory of the Abruzzo Region (Italy). *Geologica Balcanica*, 28, 3-4; 109-112.
  - Massoli-Novelli, R., Burri, E. & Petitta, M. (1999). The typology of geosites in the Abruzzo Region (Italy). In: *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new Millennium*. Baretino, D., Vallejo, M. & Gallego, E., Madrid, Spain, 151-154.
  - MINED (1986). Atlas geográfico. Ministério da Educação, Esselte Map Service AB, Vol. 1, 2ª edição, revista actualizada, Estocolmo, Suécia.
  - MITUR (2004). Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Turismo em Moçambique (2004-2013). Ministério do Turismo, Maputo, Moçambique, 88 p.

- Moura, A. R. (1974). Notícia explicativa da parte sedimentar do grau quadrado 1340 (relatório inédito). Serv. Geol. Minas, Lourenço Marques.
- Muchangos, A. dos. (1999). Moçambique, Paisagens e Regiões Naturais. Edição: do Autor.
- Panizza, M. & Piacente, S. (1993). Geomorphological assets evaluation. *Zeitschr. für geomorphologie* N.F, 87, 13-18.
- Panizza, M. (1999). Geomorphological assets: concepts, methods and examples of survey. In: *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new Millennium*. Baretino, D., Vallejo, M. & Gallego, E., Madrid, Spain, 125-128.
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-6.
- Parkes, M. A. & Morris, J. H. (1999). The Irish geological heritage programme. In: *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new Millennium*. Baretino, D., Vallejo, M. & Gallego, E., Madrid, Spain, 60-64.
- Pereira, P. (2006). Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese de Doutoramento em Ciências, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 370 p.
- ProGeo Italia (1998). The conservation of geological heritage in Italy: state of the art and future perspectives of the “GEOSITES” project. *Geologica Balcanica*, 28, 3-4; 117-123.
- Reynard, E. (2004). Geosite. In: *Encyclopedia of geomorphology*. Goudie, A., Routledge, London, 440 p.
- Serrano, E. & González-Trueba, J. J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa Nacional Park (Spain). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, 197-208.
- Sharples, C. (1993). A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. Forestry Commission, Tasmania.
- Theodossiou-Drandaki, I., Nakov, R., Wimbledon, W. A. P., Serjani, A., Neziraj, A., Hallaci, H., Sijaric, G., Begovic, P., Petrussenko, Sv., Tchoumatchenco, Pl., Todorov, T., Zagorchev, I., Antonov, M., Sinnyovski, D., Diakantoni, A., Fassoulas, Ch., Fermeli, G., Galanakis, D., Koutsouveli, A., Livaditi, A., Papadopoulou, K., Paschos, P., Rassiou, A., Skarpelis, N., Zouros, N., Grigorescu, D., Andrasanu, Al., Hlad, Br., Herlec, U., Kazanci, N., Saroglu, F., Dogan, A., Inaner, H., Dimitrijevic, M., Gavrilovic, D., Krstic, B., Mijovic, D. (2004). IUGS Geosites project progress – A first attempt at a common framework list for south eastern European countries. In: *Natural and Cultural Landscapes – The Geological Foundation*. Parkes, M. A., Royal Irish Academy, Dublin, 81-89.

- Uceda, A. C. (2000). Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración. In: Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible. Suárez-Valgrande, J. P. (Coord.), Soria, 22-24 Septiembre 1999, Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente, España, 23-37.
- UNESCO (1996). Biosphere Reserves: the Seville strategy and the statutory framework of the World Network. UNESCO, Paris, France.
- UNESCO (1999a). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO World Heritage Centre, Paris, France.
- UNESCO (1999b). UNESCO Geoparks Programme. Proc. 156<sup>th</sup> Session of UNESCO Executive Board, 156 Ex/11, Paris, France.
- Wimbledon, W. A. P., Benton, M. J., Bevins, R. E., Black, G. P., Bridgland, D. R., Cleal, C. J., Cooper, R. G., May, V. J. (1995). The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: part 1. *Modern geology*, 20, 159-202.
- Wimbledon, W. A. P. (1996). National site selection, a stop on the road to a European Geosite list. *Geologica Balcanica*, 26, No. 1, 15-27.

#### **Sítios consultados:**

- <http://nossomocambique.blogs.sapo.pt> (sítio consultado em 8/10/2006).
- <http://www.futur.org.mz> (sítio consultado em 8/12/2006).
- <http://www.moztourism.gov.mz/proyectos.htm> (sítio consultado em 12/12/2006).
- [http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713\\_mocambique/page7.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/713_mocambique/page7.shtml) (sítio consultado em 5/02/2007).
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande\\_Vale\\_do\\_Rift](http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande_Vale_do_Rift) (sítio consultado em 2/03/2007).
- [http://macua.blogs.com/moambique\\_para\\_todos/2007/05/guebuza\\_inaugur\\_1.html](http://macua.blogs.com/moambique_para_todos/2007/05/guebuza_inaugur_1.html) (sítio consultado em 3/12/2007).



## ANEXO 1

Lista de nomes geográficos referidos ao longo da presente Dissertação.

Nome	Descrição	Província	Localização	
			Latitude	Longitude
Alto Molócuè	Distrito	Zambézia	15° 38' 8 S	37° 41' 18 E
Angónia	Distrito	Tete	15° 1' 44 S	34° 30' 21 E
Atchiza	Monte	Tete	15° 28' 28 S	30° 53' 17 E
Báruè	Localidade	Manica	17° 30' 0 S	33° 39' 3 E
Binga	Monte	Niassa	11°51'34.92"S	35° 1'40.08"E
Boane	Distrito	Maputo	26° 2' 58 S	32° 19' 32 E
Búnguè	Localidade	Tete	15° 46' 13 S	32° 10' 15 E
Búzi	Distrito	Sofala	19° 52' 53S	34° 36' 3E
Cabo Delgado	Província	-	12°20'1.00"S	39°22'50.00"E
Cádzi	Rio	-	16° 0' 0 S	31° 4' 60 E
Candere	Rio	Tete	14° 59' 45 S	32° 52' 45 E
Cangombe	Localidade	Manica	16° 47' 15 S	34° 23' 31 E
Catuane	Posto administrativo	Maputo	26° 48' 7S	32° 14' 7E
Cazula	Posto administrativo	Tete	15° 23' 35S	33° 37' 58E
Chacocoma	Rio	Tete	15° 47' 48 S	33° 9' 18 E
Cheringoma	Monte	Sofala	16°12'5.04"S	35°38'12.84"E
Chidzolomondo	Localidade	Tete	15° 1' 60 S	33° 23' 46 E
Chimanimani	Monte	Manica	19°43'0.12"S	32°58'0.12"E
Chimoio	Cidade	Manica	18° 59' 59S	33° 22' 49E
Chirua	Lago	Niassa	15° 11' 60 S	35° 49' 60 E
Chissindo	Área	Niassa	12° 26' 7 S	35° 7' 38 E
Choa	Serra	Manica	18° 1'0.12"S	33°10'59.88"E
Chomba	Localidade	Cabo Delgado	11° 32' 36S	39° 23' 8E
Chueza	Posto Administrativo	Tete	16° 30' 46 S	34° 30' 12 E
Cone Negose	Monte	Tete	15° 32' 25 S	31° 16' 28 E
Culicui	Distrito	Nampula	15° 13' 4 S	38° 17' 17 E
Derre	Monte	Zambézia	16°36'23.04"S	35°49'31.08"E
Dómuè	Monte	Tete	14°28'31.08"S	34°13'18.84"E
Dongane	Lagoa	Inhambane	24°21'28.08"S	35°17'5.64"E
Espungabera	Posto administrativo	Manica	20° 27' 2S	32° 46' 12E
Fíngoè	Posto administrativo	Tete	15° 9' 42S	31° 53' 16E
Furancungo	Monte	Tete	14°54'48.96"S	33°35'36.96"E
Gairezi	Localidade	Tete	17° 13' 60 S	33° 4' 60 E
Gaza	Província	-	18° 34' 0S	34° 40' 0E
Gorongosa	Serra	Sofala	18°24'2.16"S	34° 4'18.12"E
Grudja	Localidade	Sofala	19° 48' 30 S	34° 0' 59 E
Guro	Monte	Manica	17° 24' 13 S	33° 19' 58 E
Gúruè	Distrito	Zambézia	16° 41' 36S	36° 41' 25E
Homoine	Distrito	Inhambane	23° 53' 4S	35° 9' 5E
Inhambane	Província	-	23° 51' 54S	35° 22' 60E
Inhaminga	Posto Administrativo	Sofala	18° 22' 54 S	34° 58' 30 E
Lalamo	Localidade	Cabo Delgado	12° 16' 38 S	39° 40' 10 E
Lepe	Serra	Nampula	14°41'2.04"S	38°19'13.08"E
Libombos	Cordilheira	Maputo	26°42'19.08"S	32° 8'6.00"E

Luângua	Rio	Tete	15° 35' 60 S	30° 25' 0 E
Luia	Rio	Tete	15° 34' 56 S	32° 59' 12 E
Lumázi	Localidade	Tete	15° 34' 46 S	33° 28' 20 E
Lupata	Área	Tete	15° 31' 60 S	30° 22' 0 E
Lúrio	Rio	Nampula	13° 30' 43 S	40° 31' 33 E
Maadja	Monte	Nampula	14°20'54.96"S	39°20'47.04"E
Mabongo	Localidade	Inhambane	21° 30' 1S	34° 14' 26E
Macalambo	Montes	Tete	14°35'36.96"S	33° 8'12.12"E
Macanga	Monte	Niassa	13° 13' 19 S	35° 44' 21 E
Machaze	Posto administrativo	Manica	20° 49' 50S	33° 22' 25E
Macomia	Distrito	Cabo Delgado	12° 14' 48S	40° 7' 15E
Mágoè	Distrito	Tete	17° 25' 53 S	34° 12' 13 E
Malema	Distrito	Niassa	13° 20' 11 S	35° 59' 55 E
Mamala	Posto administrativo	Zambézia	15° 57' 20 S	38° 34' 33 E
Mangulane	Posto administrativo	Sofala	21° 13' 24 S	34° 10' 29 E
Maniamba	Localidade	Cabo Delgado	11° 10' 26 S	39° 56' 19 E
Manica	Província	-	18° 56' 4S	32° 52' 32E
Manua	Localidade	Cabo Delgado	11° 16' 53S	39° 26' 37E
Maputo	Província	-	25° 57' 55S	32° 35' 21E
Marrupa	Posto Administrativo	Niassa	13° 11' 56 S	37° 29' 58 E
Massava	Lagoa	Inhambane	24°42'39.60"S	34°49'54.84"E
Massinga	Posto administrativo	Inhambane	23° 5' 48S	35° 20' 16E
Matemo	Ilha	Cabo Delgado	12°12'56.16"S	40°35'57.84"E
Metendeze	Rio	Tete	15° 43' 5 S	31° 24' 39 E
Matinde	Posto Administrativo	Zambézia	18° 39' 57 S	36° 14' 37 E
Matunda	Montes	Cabo Delgado	11°33'51.48"S	37°59'20.04"E
Maungune	Serra	Cabo Delgado	12°24'16.92"S	38°31'14.16"E
Mazoe	Rio	Tete	16° 31' 60 S	33° 25' 0 E
Mecubúri	Distrito	Nampula	15° 23' 8 S	38° 21' 18 E
Mecula	Serra	Niassa	12° 4'59.88"S	37°37'59.88"E
Meluco	Distrito	Cabo Delgado	12° 32' 25S	39° 38' 41E
Messambedeze	Rio	Tete	15° 47' 20 S	34° 1' 14 E
Messuze	Rio	Tete	15° 19' 20 S	32° 39' 46 E
Mesurucero	Monte	Manica	19°44'56.04"S	33° 1'37.92"E
Metangula	Município	Niassa	12° 41' 42 S	34° 48' 57 E
Milange	Distrito	Zambézia	16° 5' 55S	35° 46' 12E
Moatize	Distrito	Tete	16° 6' 55 S	33° 43' 46 E
Mocuba	Distrito	Zambézia	16° 50' 15 S	36° 59' 8 E
Monapo	Distrito	Nampula	14° 56' 13 S	40° 18' 22 E
Montepuez	Distrito	Cabo Delgado	13° 7' 32S	38° 59' 59E
Morrumbala	Distrito	Zambézia	17° 19' 37S	35° 35' 3E
Mossuril	Baía	Nampula	15° 1'14.88"S	40°43'6.96"E
Mualádzi	Posto administrativo	Tete	14° 9' 59S	32° 59' 13E
Muambe	Monte	Tete	16°19'39.00"S	34° 6'2.16"E
Muanguane	Lago	Inhambane	22°26'8.16"S	35°31'28.92"E
Muaquia	Localidade	Nampula	13° 52' 15 S	40° 21' 48 E
Mucangádzi	Localidade	Tete	15° 38' 52 S	31° 11' 13 E
Mudzi	Localidade	Tete	17° 1' 25 S	33° 9' 23 E

Mueda	Distrito	Cabo Delgado	11° 39' 46S	39° 33' 2E
Mugeba	Posto Administrativo	Zambézia	16° 32' 33 S	37° 10' 39 E
Murrupula	Monte	Nampula	15°15'37.08"S	37°14'36.96"E
Nairoto	Posto Administrativo	Cabo Delgado	12° 33' 5 S	39° 1' 40 E
Namarroi	Posto Administrativo	Zambézia	15° 57' 14S	36° 52' 4E
Nampula	Província	-	15° 7'2.42"S	39°15'50.76"E
Naumale	Monte	Niassa	13° 28' 0 S	34° 53' 25 E
Necero	Serra	Cabo Delgado	12°19'8.04"S	38°37'17.04"E
N'gapa	Posto Administrativo	Cabo Delgado	11° 16' 4S	39° 17' 14E
Nhamanene	Lago	Inhambane	22°27'2.88"S	35°27'46.08"E
Nhambavale	Lagoa	Gaza	24°54'16.56"S	34°17'22.92"E
Niassa	Província	-	13°24'50.18"S	36°33'9.03"E
Nicage	Serra	Cabo Delgado	12° 9'47.16"S	38°42'9.00"E
Norre	Monte	Nampula	16°33'23.04"S	37°29'26.16"E
Nuanétzi	Rio	-	22° 40' 0 S	31° 49' 0 E
Ocuá	Posto Administrativo	Zambézia	15° 1' 29 S	37° 0' 42 E
Piti	Lagoa	Maputo	26°34'9.12"S	32°52'50.16"E
Ponta Messuli	Área	Niassa	11°54'57.96"S	34°54'28.08"E
Poolela	Lagoa	Inhambane	24°31'28.92"S	35° 3'20.16"E
Primeiras	Arquipélago	Zambézia	17°13'0.12"S	39° 7'59.88"E
Quissico	Lagoa	Inhambane	24°45'38.88"S	34°42'54.00"E
Rapala	Posto Administrativo	Niassa	14° 1' 16 S	36° 27' 0 E
Ribauè	Maciço	Nampula	14°35'39.12"S	37°17'2.04"E
Rovuma	Rio	Cabo Delgado	10° 28' 29 S	40° 26' 18 E
Rukore	Montes	Tete	16° 38' 60 S	32° 43' 60 E
Rushinga	Área do Zimbabwe	-	16° 37' 60 S	32° 1' 0 E
Russaca	Serra	Tete	14°48'6.84"S	33°19'21.00"E
Salamanga	Posto Administrativo	Maputo	26° 30' 53 S	32° 37' 9 E
Salambíduè	Monte	Tete	15°55'0.12"S	34°15'0.00"E
Sanângoè	Localidade	Tete	15° 44' 59 S	33° 6' 41 E
Save	Rio	-	21° 0' 0 S	35° 1' 60 E
Sena	Localidade	Sofala	17° 45' 0 S	34° 55' 0 E
Sitatonga	Serra	Manica	19°57'37.08"S	33° 7'31.08"E
Sofala	Província	-	20° 9' 18S	34° 43' 54E
Tembe	Rio	Maputo	26° 1' 11 S	32° 29' 47 E
Tete	Província	-	16° 9'28.58"S	33°35'26.05"E
Tumbine	Monte	Zambézia	16°19'36.48"S	36°55'2.64"E
Txitonga	Área	Niassa	11° 46' 55 S	35° 4' 3 E
Ulonguè	Posto administrativo	Tete	14° 43' 22 S	34° 21' 39 E
Umkondo	Área no Zimbabwe	-	20° 19' 0 S	32° 8' 60 E
Unango	Posto Administrativo	Niassa	12° 52' 6 S	35° 25' 7 E
Vilanculos	Distrito	Inhambane	22° 35' 47S	35° 6' 45E
Vumba	Serra	Manica	18°59'23.64"S	32°52'54.12"E
Vúzi	Rio	Tete	15° 35' 48 S	31° 19' 17 E
Xixano	Localidade	Cabo Delgado	12° 10' 9 S	38° 45' 26 E
Zambeze	Rio	-	18° 52' 0 S	36° 17' 60 E
Zambézia	Província	-	16°52'0.00"S	37° 9'30.00"E
Zâmbuè	Localidade	Tete	15° 6' 56S	30° 48' 17E



Zevane	Lagoa	Inhambane	22°22'48.00"S	35°30'9.00"E
Zuira	Serra	Manica	19°23'44.88"S	32°51'15.84"E
Zumbo	Vila	Tete	15° 37' 6 S	30° 26' 49 E

**ANEXO 2**

Ficha de inventariação e avaliação proposta para o processo de inventário do património geológico de Moçambique.

**PATRIMÓNIO GEOLÓGICO DE MOÇAMBIQUE**

**FICHA DE INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO**

Identificação do (s) proponente (s)

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

# 1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL PROPOSTO

Nº	Data: / /
----	-----------

A preencher pelo Museu Nacional de Geologia

## Designação do local

--

## Localização geográfica

Província	<input type="text"/>	<b>Vias de acesso</b>	
Distrito	<input type="text"/>	Estrada Nacional Nº	<input type="text"/>
Posto administrativo	<input type="text"/>	Estrada secundária Nº	<input type="text"/>
Localidade	<input type="text"/>	Estrada não asfaltada	<input type="checkbox"/>
Povoação	<input type="text"/>	Caminho	<input type="checkbox"/>
Cidade	<input type="text"/>	Outro	<input type="checkbox"/>
Vila	<input type="text"/>		
Município	<input type="text"/>		
<b>Coordenadas geográficas</b>			
Latitude	<input type="text" value="° ' ''"/>	Cota (metros)	<input type="text"/>
Longitude	<input type="text" value="° ' ''"/>	Precisão GPS (metros)	<input type="text"/>
UTM	<input checked="" type="checkbox"/> X		
	<input type="checkbox"/> Y		

## Enquadramento geológico geral

Ambiente (s) dominante (s)	Plutónico	Vulcânico	Metamórfico	Sedimentar
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(Nota: marcar com "X" nos locais apropriados).

---

**Descrição Sumária:**

--

## 2. TIPO DE INTERESSE DO LOCAL PROPOSTO

Pelo grau de relevância (**P** - principal; **S** – secundário). Nota: Assinale as opções referentes ao local com um “**X**”.

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Geomorfológico</td><td style="width: 10%; text-align: center;">P</td><td style="width: 10%; text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Paleontológico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Estratigráfico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Tectónico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Estrutural</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> </table>	Geomorfológico	P	S	Paleontológico	P	S	Estratigráfico	P	S	Tectónico	P	S	Estrutural	P	S	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Hidrogeológico</td><td style="width: 10%; text-align: center;">P</td><td style="width: 10%; text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Mineralógico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Petrológico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Sedimentológico</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Mineiro</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> </table>	Hidrogeológico	P	S	Mineralógico	P	S	Petrológico	P	S	Sedimentológico	P	S	Mineiro	P	S	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Museus e colecções</td><td style="width: 10%; text-align: center;">P</td><td style="width: 10%; text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Outro</td><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td colspan="3" style="height: 20px; border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">Qual?</td></tr> </table>	Museus e colecções	P	S	Outro	P	S				Qual?		
Geomorfológico	P	S																																										
Paleontológico	P	S																																										
Estratigráfico	P	S																																										
Tectónico	P	S																																										
Estrutural	P	S																																										
Hidrogeológico	P	S																																										
Mineralógico	P	S																																										
Petrológico	P	S																																										
Sedimentológico	P	S																																										
Mineiro	P	S																																										
Museus e colecções	P	S																																										
Outro	P	S																																										
Qual?																																												

Justifique:

Pela possível utilização (**P** - principal; **S** – secundário)

	Qual?														
Didáctica	P	S	Científica	P	S	Cultural	P	S	Turística	P	S	Outro	P	S	

Justifique:

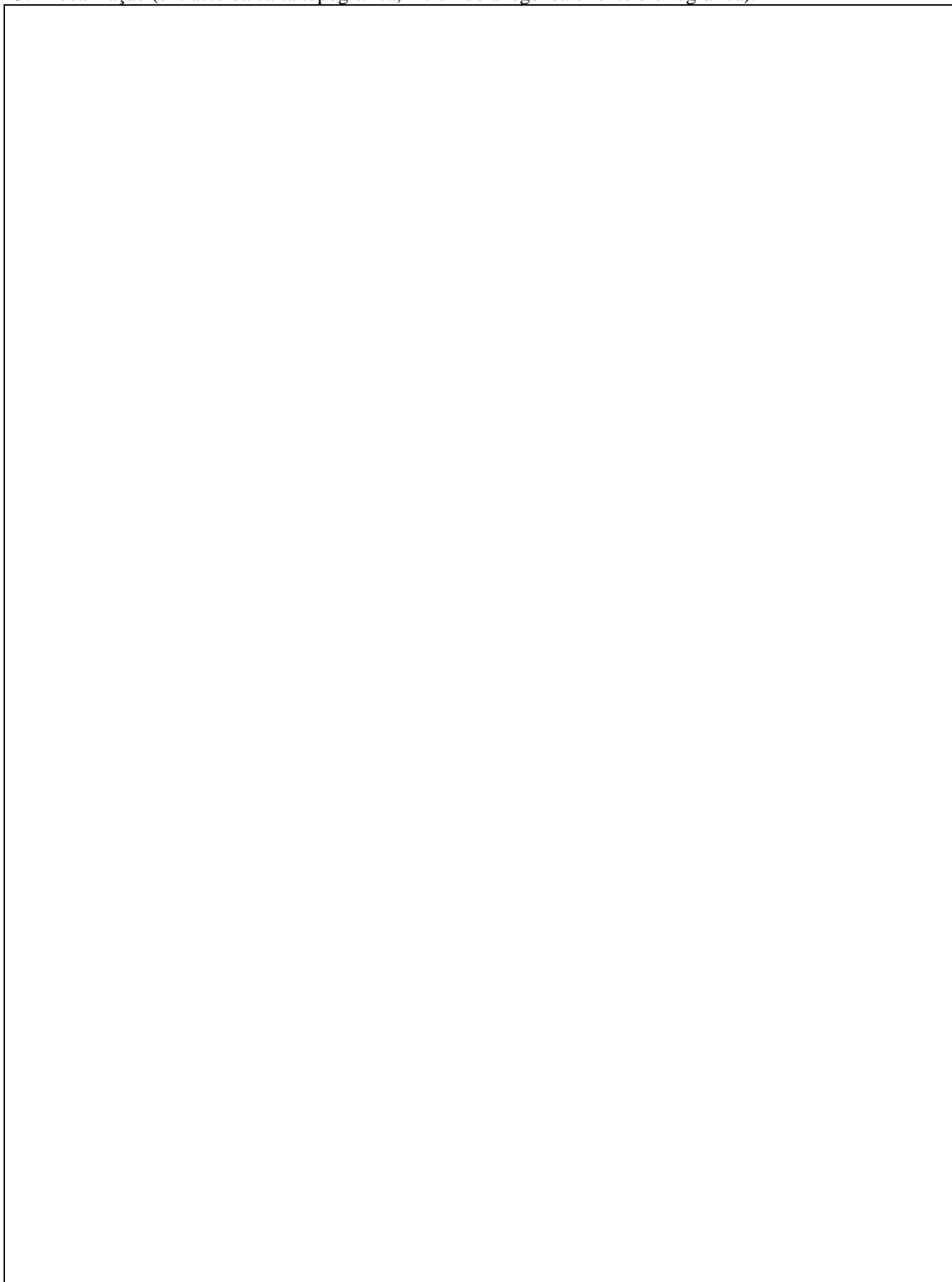
Pela sua importância a nível: (**P** - principal; **S** – secundário)

Local	P	S	Nacional	P	S	Regional	P	S	Internacional	P	S
-------	---	---	----------	---	---	----------	---	---	---------------	---	---

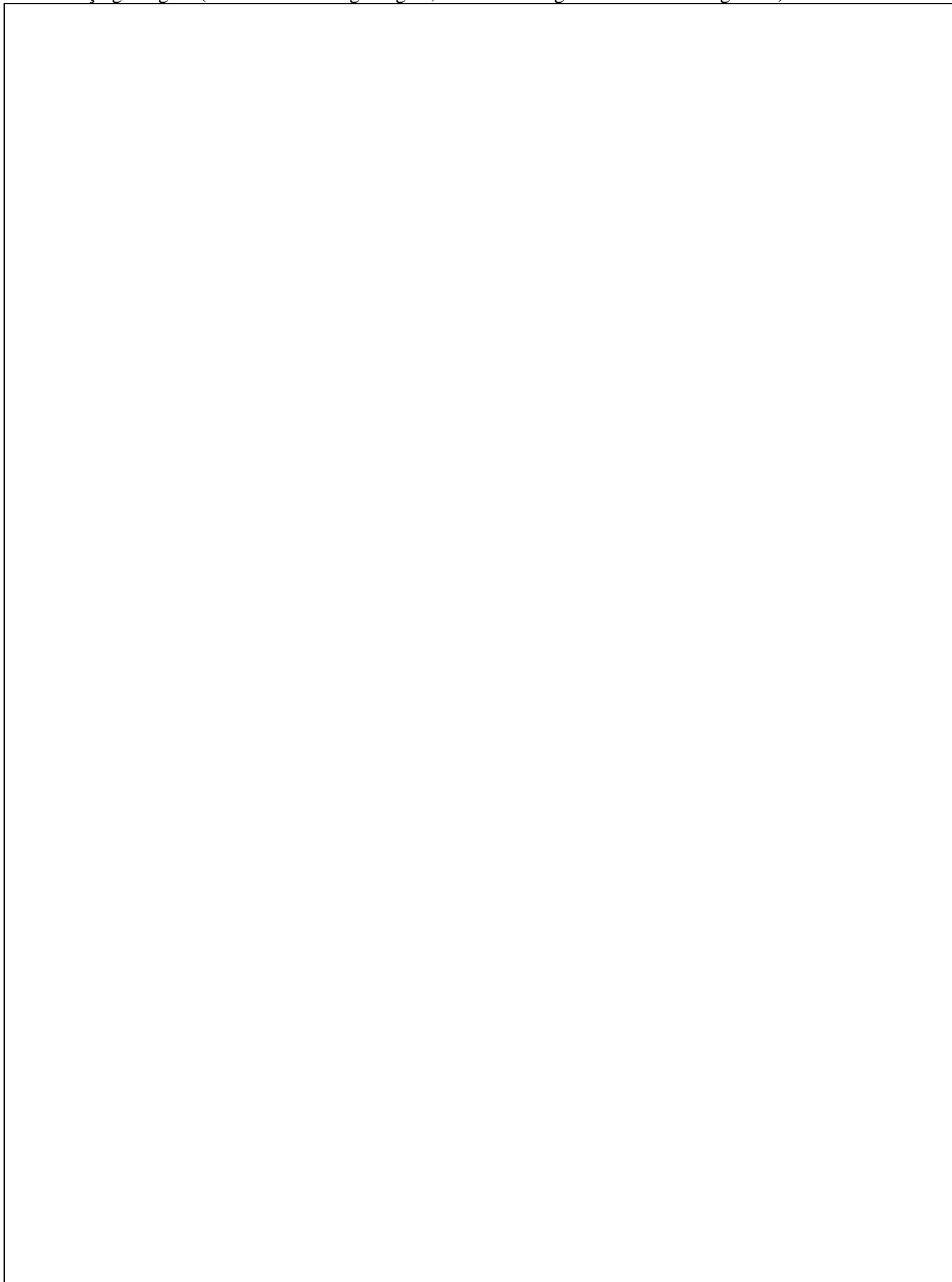
Justifique:

### 3. DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA

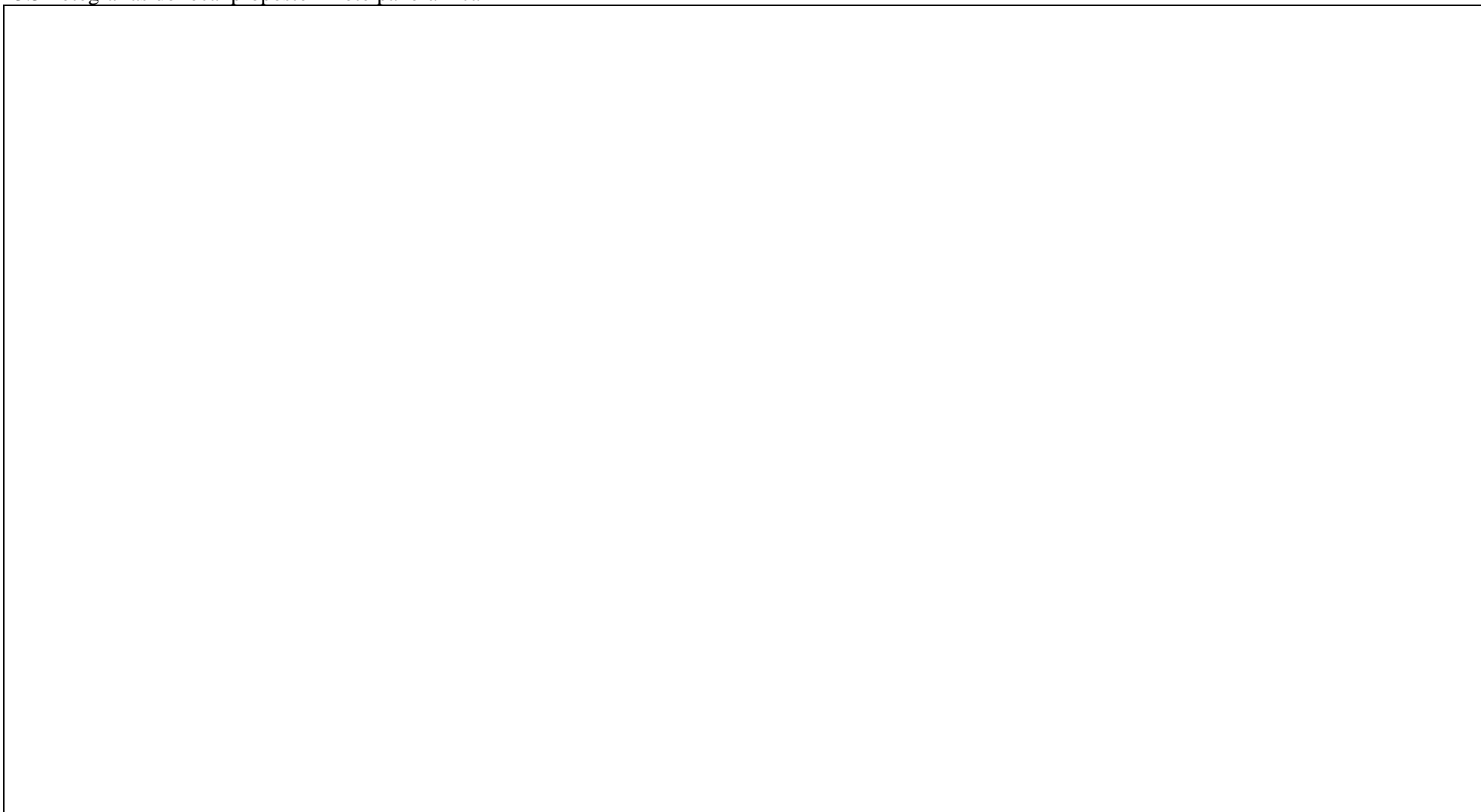
3.1 Localização (extracto da carta topográfica, incluindo a legenda e fonte bibliográfica).



3.2 Esboço geológico (extracto da carta geológica, incluindo a legenda e fonte bibliográfica).

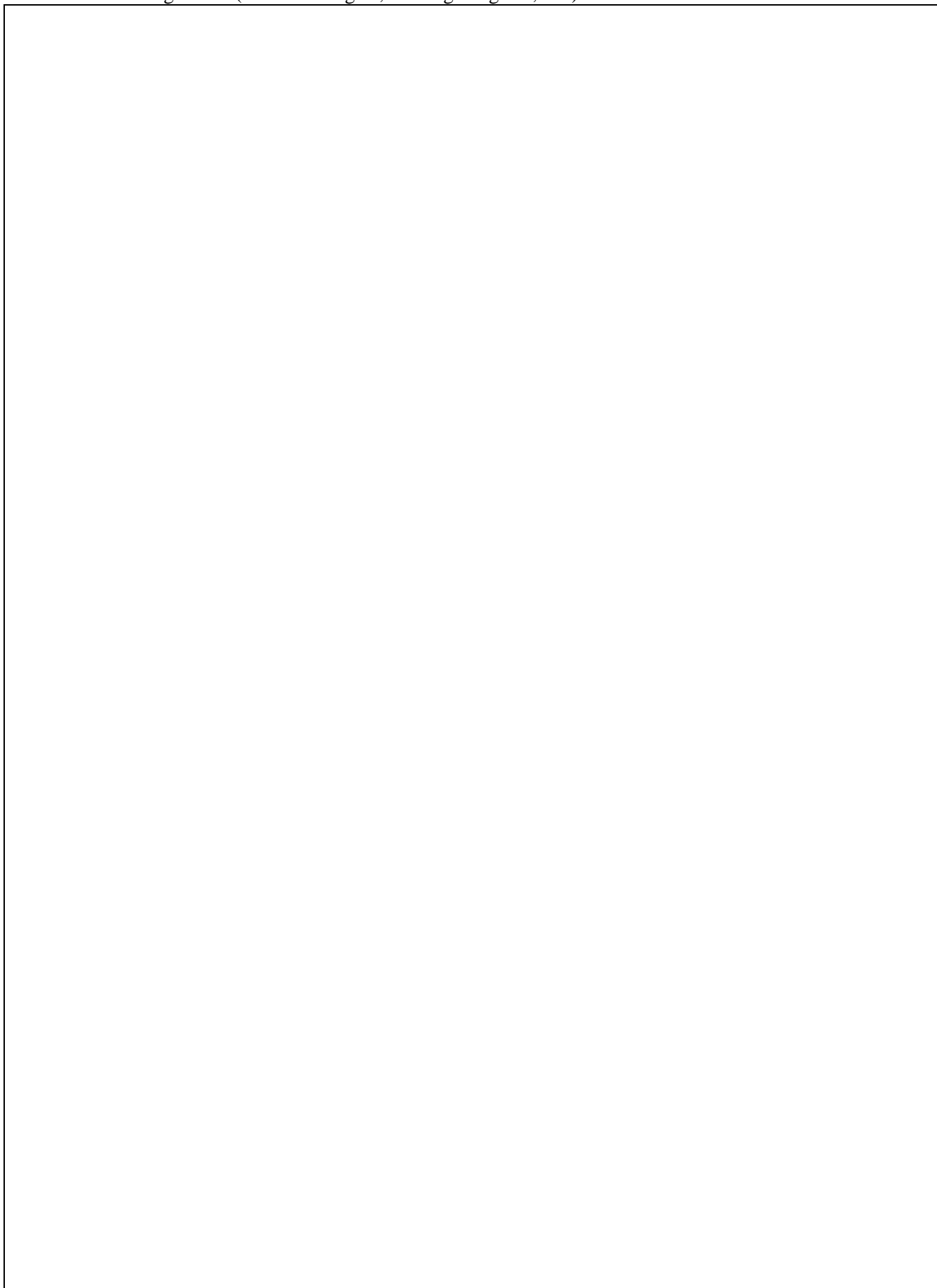


### 3.3 Fotografias do local proposto – Foto panorâmica





3.4. Outros dados gráficos (coluna litológica, cortes geológicos, etc.).



#### 4. ASPECTOS RELACIONADOS COM ROCHAS SEDIMENTARES

##### Ambiente sedimentar

Continental		Misto-transição		Marinho	
Actual <input type="checkbox"/>	Antigo <input type="checkbox"/>	Actual <input type="checkbox"/>	Antigo <input type="checkbox"/>	Actual <input type="checkbox"/>	Antigo <input type="checkbox"/>
Terrígeno <input type="checkbox"/>	Semi-árido <input type="checkbox"/>	Praia <input type="checkbox"/>	Estuarino <input type="checkbox"/>	Plataforma continental <input type="checkbox"/>	
Fluvial <input type="checkbox"/>	Desértico <input type="checkbox"/>	Lagunar <input type="checkbox"/>	Deltaico <input type="checkbox"/>	Talude <input type="checkbox"/>	Recife <input type="checkbox"/>
Lacustre <input type="checkbox"/>	Glacial <input type="checkbox"/>	Planície de Maré <input type="checkbox"/>		Abissal <input type="checkbox"/>	
Observações:					

##### Litologia

Detrítica <input type="checkbox"/>	Ortoquímica <input type="checkbox"/>	Aloquímica <input type="checkbox"/>	Consolidada <input type="checkbox"/>	Semi-consolidada <input type="checkbox"/>
Biogénica <input type="checkbox"/>			Não consolidada <input type="checkbox"/>	
Descrição sumária das litologias				

##### Texturas

Clástica <input type="checkbox"/>	Bioclástica <input type="checkbox"/>	Cristalina <input type="checkbox"/>	Outra <input type="checkbox"/>	Qual? <input style="width: 150px;" type="text"/>
-----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------	--

Estruturas sedimentares

Estratificação paralela <input type="checkbox"/>	Estratificação cruzada <input type="checkbox"/>	Marcas de ondas <input type="checkbox"/>	Gretas de contracção <input type="checkbox"/>
Septária <input type="checkbox"/>	Anéis de descoloração <input type="checkbox"/>	Concreções <input type="checkbox"/>	Estruturas convolutas <input type="checkbox"/>
Qual?			
Outra <input type="checkbox"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

Discordâncias

Litológica <input type="checkbox"/>	Erosiva <input type="checkbox"/>	Angular <input type="checkbox"/>	Paralela <input type="checkbox"/>	Outra <input type="checkbox"/>	Qual?
					<input style="width: 100%;" type="text"/>

Fósseis

Especifique
-------------

**5. ASPECTOS RELACIONADOS COM ROCHAS ÍGNEAS**

Nota: Assinale com um “X” as características referentes a cada litologia indicada.

<b>Litologia</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Modo de ocorrência</b>				
Batólito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soleira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lacólito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Textura</b>				
Holocristalina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hipocristalina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vítrea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fanerítica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Afanítica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Equigranular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seriada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Porfírica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Estruturas</b>				
Diaclases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disjunção colunar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrutura em almofada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maciça	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrutura de fluxo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nodular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orbicular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Esferulítica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vesicular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amigdalóide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brechas de fluxo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 6. ASPECTOS RELACIONADOS COM ROCHAS METAMÓRFICAS

<b>Litologia</b>				
<b>Tipo de metamorfismo</b>				
Contacto				
Cataclástico				
Regional				
Outro				
<b>Fácies metamórfica</b>				
Xisto verde				
Anfibolítica				
Hipersténica				
Outra				
<b>Textura</b>				
Granoblástica				
Lepidoblástica				
Nematoblástica				
Porfiroblástica				
Outra				
<b>Estrutura</b>				
Foliação				
Xistosidade				
Lineação				
Gnaissica				
Granular				
Outra				

## 7. ASPECTOS RELACIONADOS COM PROCESSOS DE METEORIZAÇÃO

Fracturação <input type="checkbox"/>	Esfoliação <input type="checkbox"/>
Decomposição esferoidal <input type="checkbox"/>	Destruição orgânica <input type="checkbox"/>

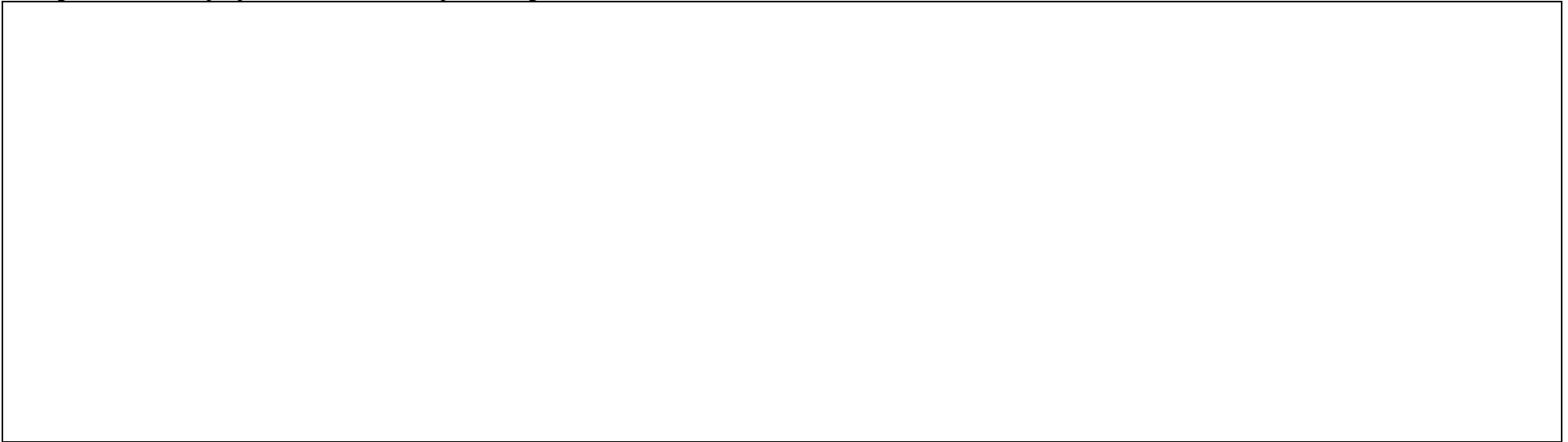
Outro

Especifique

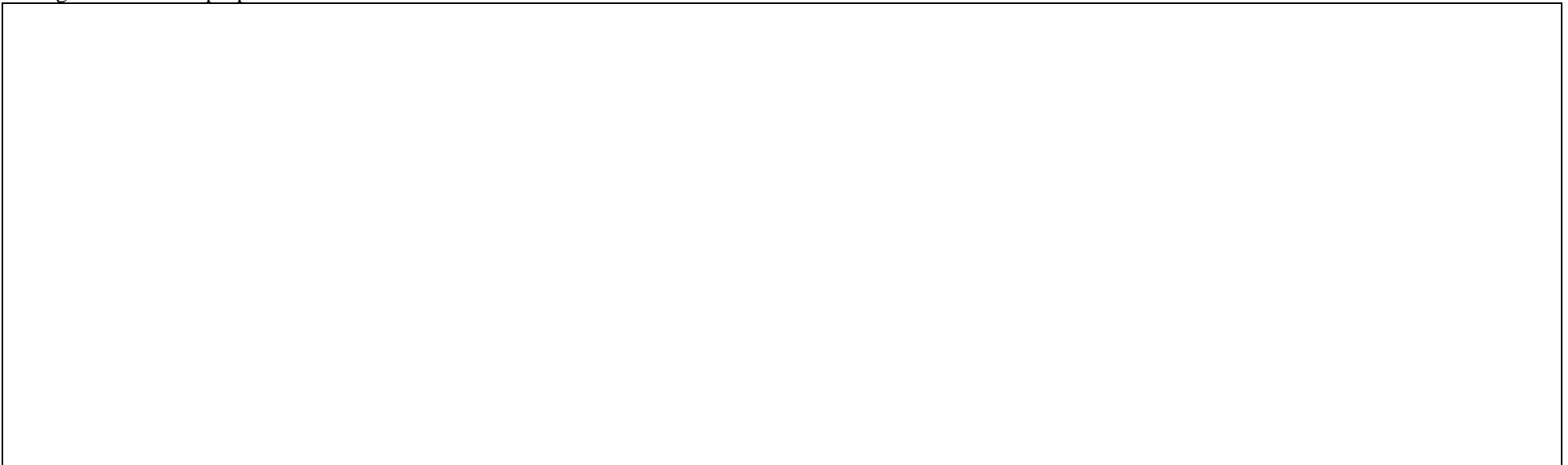
## 8. ESTRUTURAS RELACIONADAS COM A DEFORMAÇÃO DE ROCHAS

Especifique

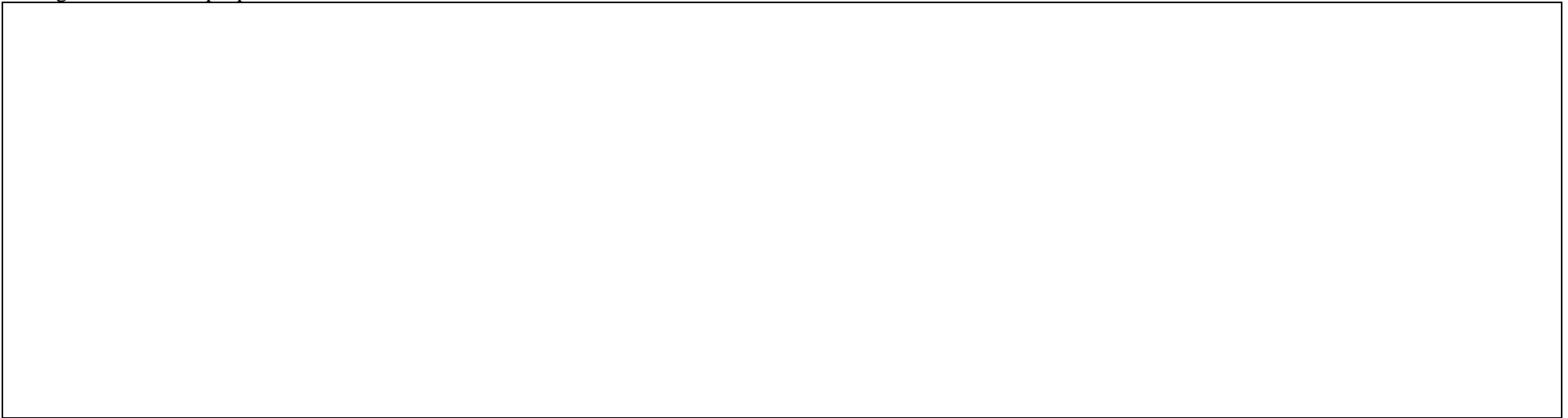
Fotografias do local proposto – Detalhe dos tipos litológicos



Fotografias do local proposto – Detalhe das estruturas



Fotografias do local proposto – Detalhe das texturas



Microfotografias dos tipos litológicos



## 9. AVALIAÇÃO DO LOCAL PROPOSTO

### 9.1 Informação sobre o grau de conhecimento científico

Nota: Indique o número de sub-indicadores na coluna para o efeito à direita.

Indicador	Sub-indicadores	Nº de sub-indicadores
Grau de conhecimento científico	Teses de doutoramento	
	Teses de mestrado	
	Teses de licenciatura	
	Publicações em revistas internacionais	
	Publicações em revistas nacionais	
	Outro tipo de publicações	
	Relatórios/documentos não publicados	
	Não existe nenhuma publicação	

### 9.2 Cálculo do valor dos indicadores

#### 9.2.1 Indicadores relativos aos atributos naturais do local proposto (A)

Nota: Para cada indicador escolha apenas uma opção.

##### Exemplo de processos geológicos actuais (A1)

5	Ocorrem processos actuais activos claramente visíveis e interpretáveis
3	Ocorrem processos actuais não claramente definidos, mas interpretáveis
1	Ocorrem processos actuais de difícil interpretação
<b>Sub total A1 =</b>	

##### Exemplo de processos geológicos do passado (A2)

5	Ocorrem aspectos geológicos que permitem interpretar facilmente processos do passado
3	Ocorrem aspectos geológicos que permitem interpretar processos do passado, mas com alguma dificuldade
1	Ocorrem aspectos geológicos que não possibilitam a interpretação de processos do passado
<b>Sub total A2 =</b>	

##### Diversidade de elementos de interesse presentes (A3)

5	Cinco ou mais tipos de interesse
4	Quatro tipos de interesse
3	Três tipos de interesse
2	Dois tipos de interesse
1	Apenas um tipo de interesse
<b>Sub total A3 =</b>	

##### Associação com elementos de natureza cultural (A4)

5	Ocorrem no local ou próximo elementos de interesse arqueológico e outros elementos de interesse cultural
3	Presença de elementos de interesse arqueológico ou de um outro elemento de natureza cultural
1	Não existem elementos de natureza cultural associados ao local
<b>Sub total A4 =</b>	

##### Associação com outros elementos do meio natural (A5)

5	Ocorrem elementos de interesse faunístico, florístico e paisagístico, bem como elementos de interesse geológico próximo do local
3	Ocorrem elementos de interesse faunístico ou florístico ou paisagístico ou elementos de interesse geológico próximo do local
1	Não ocorrem outros elementos naturais de interesse
<b>Sub total A5 =</b>	

**Abundância/raridade (A6)**

5	Existe apenas uma ocorrência na área em análise
4	Existem 2-5 ocorrências semelhantes
3	Existem 6-9 ocorrências semelhantes
2	Existem 10-13 ocorrências semelhantes
1	Existem mais de 13 ocorrências semelhantes
<b>Sub total A6 =</b>	

**Local-tipo (A7)**

5	Identifica-se como um local-tipo na área em análise
3	Identifica-se como um local-tipo secundário
1	Não se identifica como um local-tipo
<b>Sub total A7 =</b>	

**Estado de conservação (A8)**

5	Bem preservado, sem degradação
3	Parcialmente degradado, mas os seus atributos essenciais ainda podem ser observados
1	Fortemente degradado, perda do carácter do sítio
<b>Sub total A8 =</b>	

**Extensão (A9)**

5	O local ocupa uma extensão igual ou superior à área em análise
4	O local ocupa uma extensão entre $\frac{3}{4}$ e o total da área em análise
3	O local ocupa entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ da área em análise
2	O local ocupa entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ da área em análise
1	O local ocupa uma extensão até $\frac{1}{4}$ da área em análise
<b>Sub total A9 =</b>	

$$A = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7 + A8 + A9)/45 =$$

Arredonde a duas casas decimais

**9.2.2 Cálculo dos indicadores relativos à utilidade do local proposto (U)**

Nota: Para cada indicador escolha apenas uma opção.

**Actividades que podem ser desenvolvidas (U1)**

5	É possível realizar cinco ou mais actividades
4	É possível realizar quatro actividades
3	É possível realizar três actividades
2	É possível realizar duas actividades
1	É possível realizar apenas uma actividade
<b>Sub total U1 =</b>	

**Possibilidade de colheita de objectos geológicos (U2)**

5	É possível colher rochas, minerais e fósseis sem danificar o geossítio
4	É possível colher rochas ou minerais ou fósseis sem danificar o geossítio
3	É possível colher objectos geológicos mas com restrições
2	É possível colher objectos geológicos mas com danos para o geossítio
1	Não se podem colher objectos geológicos
<b>Sub total U2 =</b>	



**Acessibilidade (U3)**

5	Acesso directo por estrada principal
4	Acesso directo por estradas secundárias
3	Fácil acesso por estrada ou caminho não asfaltado usando veículos automóveis
2	O geossítio situa-se a menos de 1 km da via de acesso mais próxima
1	O geossítio situa-se a mais de 1 km da via de acesso mais próxima
<b>Sub total U3 =</b>	

**Condições de observação (U4)**

5	As características do geossítio podem ser observadas facilmente tanto de perto como de longe
4	As características do geossítio podem ser observadas de longe mas com restrições
3	As características do geossítio podem ser observadas apenas de perto
2	As características do geossítio podem ser observadas de perto mas com alguma restrição
1	É extremamente difícil observar as características do geossítio
<b>Sub total U4 =</b>	

**Proximidade em relação a centros de serviços (U5)**

5	Existem muita oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a menos de 10 km
4	Existe pouca oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a menos de 10 km
3	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos entre 10 a 30 km
2	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos entre 30 a 50 km
1	Existe oferta de serviços de hospedagem, alimentação, saúde e bancos a mais de 50 km
<b>Sub total U5 =</b>	

**Número de turistas (U6)**

5	O número de turistas que visitam a área onde se situa o geossítio é igual ou superior à média anual do país
3	O número de turistas que visitam a área é igual à média anual do país
1	O número de turistas que visitam a área é inferior à média anual do país
<b>Sub total U6 =</b>	

**Produto Interno Bruto (U7)**

5	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é superior à média nacional
3	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é igual à média nacional
1	O Produto Interno Bruto da área onde se situa o geossítio é inferior à média nacional
<b>Sub total U7 =</b>	

**Índice de Desenvolvimento Humano (U8)**

5	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é superior à média nacional
3	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é igual à média nacional
1	O Índice de Desenvolvimento Humano da área onde se situa o geossítio é inferior à média nacional
<b>Sub total U8 =</b>	

$$U = (U1 + U2 + U3 + U4 + U5 + U6 + U7 + U8)/40 = \boxed{\phantom{000000}}$$

Arredonde a duas casas decimais

**9.2.3 Cálculo dos indicadores relativos à vulnerabilidade do local proposto (V)**

Nota: Para cada indicador escolha apenas uma opção.

**Situação actual (V1)**

5	Geossítio sem nenhum estatuto de protecção legal
3	Geossítio está dentro de uma área com algum estatuto de protecção legal (estatal, municipal, privada, etc.)
1	Geossítio está dentro de uma área com estatuto de protecção nacional (parques nacionais, reservas, etc.)
<b>Sub total V1 =</b>	

### Ameaças actuais ou iminentes (V2)

5	Área com claro desenvolvimento urbano e industrial e com projectos para a construção de novas infra-estruturas
3	Área intermédia, sem nenhum projecto imediato de desenvolvimento mas com probabilidades de que tal ocorra num futuro próximo
1	Área rural, não sujeita a construção de infra-estruturas, desenvolvimento urbano ou industrial e sem nenhuma perspectiva de que tal venha a acontecer num futuro próximo
<b>Sub total V2 =</b>	

### Fragilidade natural (V3)

5	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, podem ser facilmente destruídos por processos naturais
3	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, embora possam degradar-se pela acção de processos naturais, a sua destruição é pouco provável
1	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas grandes dimensões e características litológicas, são dificilmente degradados por acção de processos naturais
<b>Sub total V3 =</b>	

### Fragilidade induzida (V4)

5	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, são facilmente destruídos por intervenções humanas pouco expressivas
3	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, se podem degradar devido às intervenções humanas, mas sem comprometer a sua integridade
1	Aspectos geológicos e geomorfológicos que, pelas suas dimensões e características litológicas, são dificilmente afectados pelas actividades humanas
<b>Sub total V4 =</b>	

### Número de habitantes na zona envolvente, num raio de 25 km (V5)

5	Existem mais de 100 000 habitantes
4	Existem entre 50 000 e 100 000 habitantes
3	Existem entre 25 000 e 50 000 habitantes
2	Existem entre 10 000 e 25 000 habitantes
1	Existem menos de 10 000 habitantes
<b>Sub total V5 =</b>	

### Interesse para exploração mineira (V6)

5	O geossítio situa-se numa área com elevado interesse mineral e possibilidade de mineração na área
4	O geossítio situa-se numa área com algum potencial mineral de interesse e possibilidade de mineração na área
3	O geossítio situa-se numa área com reservas de recursos de baixo valor unitário, na qual é permitida a sua exploração
2	O geossítio situa-se numa área com reservas de recursos de baixo valor unitário, na qual não está prevista a sua exploração imediata
1	O geossítio situa-se numa área sem nenhum interesse mineiro
<b>Sub total V6 =</b>	

### Regime de propriedade (V7)

5	Sítio localizado numa propriedade pública
3	Sítio localizado numa propriedade mista
1	Propriedade privada
<b>Sub total V7 =</b>	

$$V = (V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7)/35 = \boxed{\phantom{000000}}$$

Arredonde a duas casas decimais

**9.2.4 Cálculo da pontuação final do local proposto (G)**

$$G = (A + U + V)/3 = \boxed{\phantom{000000}}$$

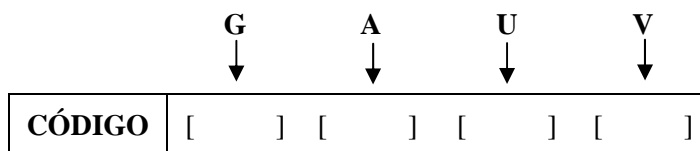
Arredonde a duas casas decimais

onde:

- G... valor final do local proposto
- A... valor dos atributos naturais do local proposto
- U... valor da utilidade do local proposto
- V... valor da vulnerabilidade do local proposto

**9.2.5 Atribuição do código de discriminação do valor final do local proposto**

Nota: Para a atribuição do código preencha os parentes rectos com os respectivos valores acima calculados.



**10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Fim



## Proposta de Base de Dados para o património geológico de Moçambique

Para centralizar toda a informação das fichas de inventário a serem preenchidas durante o processo de inventariação e avaliação do património geológico moçambicano, foi desenvolvida uma Base de Dados no âmbito da presente Dissertação.

A Base de Dados foi estruturada de modo a reflectir a ficha de inventariação anteriormente mencionada, tendo sido concebida e desenhada pelo autor da presente Dissertação e materializada por estudantes do Instituto de Transportes e Comunicações.

Para a elaboração da Base de Dados, foi utilizado o programa *Microsoft Office Access 2003*, por ser de fácil utilização para o autor.

Para o desenvolvimento da interface gráfica, cuja principal função é permitir a ligação entre a Base de Dados e o utilizador, foi utilizado o programa *Microsoft Visual Basic 6*, porque este possui as ferramentas necessárias e fundamentais para o efeito, embora não sendo o único, e por ser melhor compreendido pelos autores da Base de Dados.

A Base de Dados aqui apresentada é um ponto de partida, pelo que, à medida que o processo for evoluindo, poderá sofrer modificações e melhoramentos consoante as necessidades. Pretende-se que, no futuro, esta Base de Dados também possa vir a ser consultada de qualquer lugar e a qualquer momento usando a Internet.

A construção da Base de Dados compreendeu as seguintes etapas:

### Etapa 1

A primeira etapa compreendeu a especificação da Base de Dados. Esta etapa foi caracterizada por 3 fases, nomeadamente:

- Criação das tabelas para o armazenamento de dados, usando o *Access*;
- Estabelecimento de ligações entre as tabelas que constituem a Base de Dados, com o objectivo de relacionar os diferentes tipos de dados;

## Etapa 2

Nesta etapa, procedeu-se ao desenho da interface gráfica para o utilizador usando o *Visual Basic*. Assim, foram criados os devidos formulários, *frames* (armações), *text box* (caixas de texto), *check box* (caixas de selecção), *options* (caixas de opções), *list box* (caixas de listas), *command button* (botões de comando), etc.

## Etapa 3

Nesta etapa procedeu-se à escrita do código necessário para o funcionamento dos formulários, usando também o *Visual Basic*. Para o efeito, foi adoptada a ficha de inventariação desenvolvida no âmbito da presente Dissertação.

## Etapa 4

Nesta etapa foi escrito o código de conexão dos formulários à Base de Dados e o código que permite a introdução, consulta e actualização dos dados na Base de Dados.

Nesta fase, também se procedeu ao ensaio de cada formulário programado para apurar possíveis erros. O ensaio consistiu em fazer correr o programa e em inserir dados experimentais, de modo a verificar a ligação entre a interface gráfica e a base de dados, e em verificar se os dados introduzidos estavam a ser devidamente armazenados na respectiva base de dados.

## Etapa 5

Na quinta etapa, procedeu-se à verificação do código de programação em *Visual Basic 6*, com a finalidade de se apurarem possíveis erros de execução. Para o efeito, procedeu-se ao ensaio do funcionamento de todo o programa. O ensaio consistiu, como anteriormente, em fazer correr o programa, na inserção de dados experimentais, na verificação da ligação entre a interface gráfica e a base de dados, e na verificação do armazenamento dos dados introduzidos na Base de Dados.

Para o efeito, também foi usada uma ferramenta que faz parte do conjunto *Visual Studio*, denominada *Error Lookup*.

## Etapa 6

Após a identificação de parte dos erros de execução que poderão ocorrer durante o uso do programa, procedeu-se à criação de um código que permite o controle desses erros, tendo sido criado um procedimento para o efeito.

Este procedimento consiste no envio de uma mensagem ao utilizador quando ocorre um erro de execução. Esta mensagem descreve a falha ou erro de utilizador/programa/sistema operativo/*hardware* durante a utilização do programa.

## Etapa 7

Após a conclusão dos testes e da verificação da operacionalidade de todo o programa, para finalizar, procedeu-se à criação de um ficheiro executável e de um *Setup* (Programa de instalação), de modo a facilitar o manuseamento e instalação do programa noutros computadores. De referir que este programa foi desenvolvido para funcionar em ambiente Windows.

