



**Cooperação entre
Portugal e Moçambique
na Área das Geociências
1986-2012**

Editor: José Tomás Oliveira



**Cooperação entre
Portugal e Moçambique
na Área das Geociências
1986-2012**

Editor: José Tomás Oliveira

Cooperação entre Portugal e Moçambique na Área das Geociências 1986-2012

Ficha Técnica:

Editor: José Tomás Oliveira

Coordenador: José Tomás Oliveira

Autores: identificados no texto

Arte Gráfica: Judite Fernandes

Revisão do texto: Catarina Moniz

Impressão: Cor Comum – Serviços Gráficos, Lda.

ISBN: 978-989-675-026-8

Direitos reservados: LNEG

Preâmbulo

A publicação deste livro comemorativo de 25 anos de cooperação entre Portugal e Moçambique na Área das Geociências ocorre numa altura em que as relações institucionais entre os dois países se encontram consolidadas a alto nível. No caso das Geociências, a cooperação, ao longo do tempo, envolveu maioritariamente a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique – DNG, o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento – IPAD (actual Camões, Instituto da Cooperação e da Língua) e o Laboratório Nacional de Energia e Geologia – LNEG, ambos de Portugal, e as instituições precedentes.

O ano de 1982 marca os primeiros contactos institucionais entre a então Direcção Geral de Geologia e Minas de Portugal – DGGM e a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique – DNG, mas foi só em 1986 que foi assinado um Convénio entre a DGGM e o então Instituto para a Cooperação Económica – ICE, tendo em vista estabelecer as formas de colaboração entre as duas instituições. A este convénio sucedeu a assinatura, em 1987, de um Protocolo Tripartido, que passou a regular toda a cooperação.

No âmbito desta cooperação foram publicadas dez cartas geológicas ou temáticas, a várias escalas, cuja elaboração conduziu à realização de vinte e sete estágios de formação profissional para técnicos moçambicanos, no LNEG, assim como a dezasseis missões de técnicos portugueses em Moçambique. Todos os projectos foram inseridos nos planos de cartografia geológica da DNG, e a sua concretização foi levada a efeito por equipas mistas luso-moçambicanas.

O avanço do conhecimento geológico do território moçambicano, incluindo os recursos que encerra, representa uma das linhas mestras das políticas governamentais para o país. A cartografia geológica, e as suas derivadas temáticas, é instrumento decisivo para se alcançar esse objectivo. O território moçambicano está actualmente coberto por cartografia geológica na escala 1:250 000, mas, em futuro próximo, é previsível a necessidade de se realizar cartografia a escalas maiores. A cooperação entre os dois países já deu alguns passos nesse sentido através da implementação de projectos nas escalas 1:50 000 e 1:25 000. Foram assim publicadas cartas geológicas da área das grandes cidades (Maputo, Catembe, Beira) ou de regiões com elevado potencial turístico (Ilha da Inhaca, Bilene, Ilha do Bazaruto). Este tipo de cartografia serve de base para a implementação de outras cartas temáticas, designadamente as centradas na pesquisa de matérias-primas minerais, na resolução de problemas ambientais, na gestão e ordenamento do território, no abastecimento de água às populações e nas grandes obras de engenharia. A recente publicação da Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000, foi uma experiência pioneira, que deve ser alargada a outras regiões.

Como responsáveis das três instituições cooperantes, acreditamos que, de futuro, serão encontradas condições financeiras e técnicas que permitam a continuação desta cooperação através da realização de novos projectos, não só de cartografia geológica e temática, como eventualmente noutros domínios das Geociências.

Presidente do Camões, ICL

Ana Paula Laborinho

Director Nacional da DNG

Elias Félix Daudi

Presidente do LNEG

Teresa Ponce de Leão

Nota Introdutória

A decisão de se proceder à publicação de um livro comemorativo da cooperação entre Portugal e Moçambique, na Área das Geociências, resultou de uma conversa mantida na Embaixada de Portugal em Maputo, com o Senhor Embaixador Godinho de Matos, na qual participaram também o Dr. Artur Lami, Vice-Presidente do IPAD, o Dr. Diogo Franco, conselheiro da Embaixada para a cooperação, o Dr. Fernando Carvalho ex-conselheiro da Embaixada para a cooperação e o meu colega Ruben Dias. O Senhor Embaixador encorajou a que se contasse a história da cooperação, com ênfase nos projectos realizados e nas acções de formação que Portugal proporcionou a técnicos moçambicanos. Este encorajamento foi secundado pelo Dr. Lami, que incentivou a apresentação ao IPAD de um projecto nesse sentido, o qual foi aprovado em 2010.

A redacção deste livro implicou a consulta de numerosos documentos relativos às acções e projectos de cooperação concretizados, quer na forma de relatórios de missões portuguesas realizadas em Moçambique, quer de relatórios de estágios de técnicos moçambicanos em Portugal e ainda de actas da Comissão Coordenadora da Cooperação, a qual foi posteriormente substituída por protocolos específicos para cada projecto. Desta consulta resultou o arranjo do conteúdo do livro repartido por três partes distintas, mas complementares.

Na Parte I são descritas Vivências seleccionadas, resultantes do relacionamento dos geólogos portugueses com a população e trabalhadores moçambicanos durante a concretização das acções e projectos. Dois destes episódios reportam-se a acontecimentos anteriores à independência de Moçambique e os restantes a tempos mais recentes. Todos correspondem a situações vividas, aqui apresentadas sob forma parcialmente ficcionada. No seu conjunto, a descrição destas vivências pretende mostrar que o relacionamento entre portugueses e moçambicanos se revestiu de respeito, compreensão e humanidade, que resistiu às sequelas herdadas do colonialismo e aos mal-entendidos que se sucederam imediatamente à independência de Moçambique, felizmente ultrapassados.

Na Parte II apresentam-se textos redigidos com base em cada uma das Cartas Geológicas e Temáticas produzidas durante a cooperação. Na figura A estão representadas as regiões onde se efectuou cartografia geológica e localidades referidas no texto.

A cartografia geológica da cidade de Maputo é revista e comentada numa perspectiva da gestão e do ordenamento do território. Em dois casos, Ilha da Inhaca e Catembe, faz-se a abordagem do potencial geoturístico destas regiões, propondo-se guias para observação dos seus aspectos geológicos mais interessantes. Os textos associados à Carta Tectónica e à Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos assumem um carácter didáctico, na perspectiva de que possam vir a ser utilizados com esse fim. A cartografia geológica da Margem Continental de Moçambique é abordada de modo muito simplificado. Esta cartografia foi preparada em formato digital, impondo-se agora a sua divulgação em formato de papel, após actualização decorrente dos progressos entretanto verificados nesta matéria. Os textos centrados na cartografia geológica da região do Bilene e da Ilha do Bazaruto são novos e constituem abordagens modernas à evolução geológica destes troços do litoral moçambicano, com implicações no planeamento e gestão urbanística destas importantes regiões turísticas. Finalmente, o texto sobre o estado geoambiental da Região da Grande Beira refere-se a um projecto multidisciplinar inovador levado a efeito naquela região. Espera-se que este projecto sirva de exemplo para a futura realização de projectos semelhantes em regiões densamente povoadas, nomeadamente nas grandes cidades.

A Parte III trata do Historial da Cooperação entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (actual Camões, Instituto da Cooperação e da Língua – ICL) e o Laboratório Nacional de Energia e Geologia. Acções de colaboração ocorreram a partir de 1982, mas a cooperação só foi oficialmente formalizada em 1986. Nesta Parte faz-se o resumo de todas as acções e projectos concluídos, das missões realizadas por equipas portuguesas em Moçambique e dos estágios de formação profissional para técnicos moçambicanos, que tiveram lugar em Portugal. Adicionalmente, faz-se breve referência a acções e projectos de cooperação conduzidos por outros organismos portugueses.

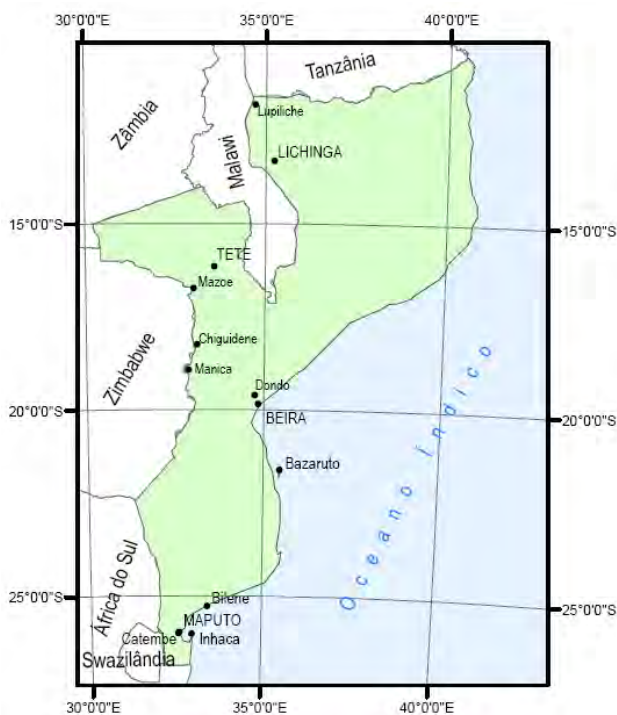


Figura A. Localização das regiões do litoral moçambicano onde se efectuou cartografia geológica. Está também inserida a localização de povoações referidas no texto, Parte I.

Agradecimentos

Ao longo de todos estes anos, houve um conjunto de organismos e personalidades que, de uma maneira ou de outra, foram determinantes no sucesso da cooperação. Quero salientar aqui o papel desempenhado pelos Dr. Alcides Pereira, Director da Direcção Geral de Geologia e Minas, posteriormente Presidente do Instituto Geológico e Mineiro, o Dr. Rui Santos Garcia, Director Nacional de Geologia de Moçambique, e o Dr. Jorge da Costa Oliveira, do Instituto para a Cooperação Económica, que foram as personalidades a quem se deve o arranque das acções de cooperação. Nas pessoas da Presidente do Camões, ICL, Prof.^a Ana Paula Laborinho, da Presidente do LNEG, Prof.^a Teresa Ponce de Leão e do Director da DNG de Moçambique, Eng.^o Elias Daudi, bem como aos responsáveis das respectivas instituições precedentes, quero agradecer o empenho que sempre manifestaram para o sucesso desta cooperação.

Uma palavra de muito apreço e grande estima para o Dr. João Marques, membro da Comissão Coordenadora da Cooperação e ex-Director Nacional de Geologia de Moçambique, pelo entusiasmo e empenho com que encarou a cooperação com Portugal e pela colaboração que prestou na leitura de alguns textos e cedência de fotografias. O Doutor Figueiredo Nunes e Eng.^o Degolação Noronha dedicaram muito do seu tempo aos trabalhos da Comissão Coordenadora da Cooperação, enquanto existiu.

Ao Prof. Augusto Correia, ex-Presidente do IPAD e Dr. Artur Lami, ex-Vice-Presidente do IPAD, um agradecimento pela boa aceitação e encorajamento em relação aos projectos de cooperação apresentados. Ao Eng. Joaquim Dias e à Dra. Andreia Glória, técnicos superiores do IPAD, devo um agradecimento sincero pelo apoio e paciência com que nos foram ajudando na formalização e gestão das várias acções e projectos.

Aos colegas, portugueses e moçambicanos, que se dispuseram a colaborar na preparação e redacção de textos incluídos neste livro devo profunda gratidão e amizade.

Devo também um agradecimento especial aos Profs. Renato Araújo e Soares de Andrade, da Universidade de Aveiro, ao Dr. Rui Afonso, ex-investigador do Instituto de Investigação Científica e Tropical, Lisboa, ao Prof. Lopo de Vasconcelos, da Universidade de Maputo e ao Prof. Octávio Mateus, da Universidade Nova de Lisboa, pela sua disponibilidade em colaborarem nesta publicação.

Alfragide, Novembro de 2012

O Coordenador e Editor

José Tomás Oliveira

ÍNDICE

Preâmbulo	III
Nota Introdutória	IV
Agradecimentos	V
Parte I – Vivências	1
A Família Chiguidene	3
A Fuga	7
O Museu	11
A Grande Cidade	13
Comício?	15
A Outra Margem	17
À Mulher Moçambicana	19
Parte II – Resultados da Cooperação	21
Para que serve uma carta geológica: o exemplo da Carta Geológica de Maputo	23
1. Breve resumo da geologia da região de Grande Maputo	23
2. Para que serve a Carta Geológica	24
3. Referências bibliográficas	26
Recursos Minerais Não Metálicos de Moçambique: um potencial a explorar	27
1. Introdução	27
2. Argilas	27
2.1. Propriedades Gerais	27
2.2. Tipos de Argilas	28
Argilas Especiais	28
Argilas Comuns	28
2.3. Recursos Moçambicanos em Argilas	28
Argilas Plásticas e Vermelhas (Argilas Comuns)	29
Argilas Especiais	29
3. Fosfatos	30
3.1. Recursos Moçambicanos em Fosfatos	30
4. Calcários e Mármore	31
4.1. Recursos Moçambicanos em Calcários e Mármore	32
5. Outras Rochas Ornamentais	33
6. Referências bibliográficas	33

Um pouco da História Geológica de Moçambique à luz da Carta Tectónica	35
1. O que é uma Carta Tectónica?	35
2. Alguns acontecimentos geológicos que estruturaram o território de Moçambique	35
2.1. Considerações Gerais	35
Tectónica de Placas	35
Cratões	36
Riftogénese	37
Supercontinentes	37
2.2. Quais são e onde se situam as rochas mais antigas de Moçambique?	38
2.3. O que é a Cadeia Orogénica Moçambicana?	39
2.4. As Bacias Carboníferas de Moçambique: como se formaram?	40
2.5. Quais os acontecimentos geológicos precursores da abertura do Oceano Índico, em Moçambique?	42
2.6. Riftogénese e sismicidade em Moçambique	43
3. Referências bibliográficas	44
Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique	45
1. Breve Nota Histórica	45
2. Introdução à leitura da Carta	45
2.1. Área Emersa	45
2.2. Área Imersa	45
Morfologia	45
Geologia	46
3. Referências bibliográficas	46
Ilha da Inhaca: património natural a preservar	47
1. Nota preliminar	47
2. Breve introdução à geologia	47
3. Evolução geológica da Ilha	49
4. A Ilha dos Portugueses	50
5. Percursos para observação dos geosítios mais importantes	50
A - Percurso da Baía	50
B - Percurso do Cabo da Inhaca	52
C - Percurso da Região Central	53
6. Referências bibliográficas	54

Uma visita geoturística às praias de Catembe	55
1. Breve introdução à Geologia	55
2. Proposta de percurso	57
Paragem 1 - Arriba fóssil	57
Paragem 2 - Ponta Maona	58
Paragem 3 - Ponta Gigigi	60
Paragem 4 - Ponta Elisa	61
3. Referências bibliográficas	63
Geologia da Ilha do Bazaruto: sua importância para a correcta gestão territorial	65
1. Introdução	65
2. Geomorfologia	65
3. Geologia	67
3.1. Dunas Antigas	67
3.2. Cordão Dunar Oceânico	68
3.3. Unidades costeiras recentes	69
4. A importância do conhecimento geológico para uma correcta gestão da ilha	70
Dinâmica eólica	70
Erosão costeira	70
5. Referências bibliográficas	72
A Geologia da Região do Bilene	73
1. Introdução	73
2. A Carta Geológica	73
3. Evolução geológica da região costeira do Bilene	74
Fase 1 - Instalação do Sistema Dunar Interior - Unidades 1A, 1B (nível do mar: (↓))	74
Fase 2 - A subida do nível do mar e a invasão marinha (nível do mar: (↑))	75
Fase 3 - Descida do nível do mar e a invasão marinha (nível do mar: (↓))	75
Fase 4 - A formação da Barreira Costeira hoje existente e das Lagoas (nível do mar: (↑))	76
Evolução da Barreira Costeira	76
Fase 5 - Os processos costeiros actuais na costa oceânica e no ambiente lagunar	80
3.1. A abertura e o fecho da barra e as consequências para o ordenamento do território	81
3.2. Conclusões	82
4. Referências bibliográficas	82

O estado geoambiental da região da Grande Beira	83
1. Introdução	83
2. Breve resumo das metodologias usadas	86
3. O estado geoambiental da região	89
4. Conclusões	91
5. Referências bibliográficas	92
Parte III – História da Cooperação	95
1. Introdução	97
2. História da cooperação: 1982-2012	97
3. Publicações, por ordem cronológica	115
3.1. Cartografia Geológica	115
3.2. Artigos e outras publicações	117
3.3. Relatórios técnicos seleccionados	118
3.4. Relatórios de estágios realizados no LNEG	118
Anexos	
1. Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos, escala 1:1 000 000	
2. Carta Geológica de Maputo, escala 1:50 000	
3. Carta Geológica da Ilha da Inhaca, escala 1:25 000	
4. Carta Tectónica de Moçambique, escala 1:2 000 000	
5. Carta Geológica da Margem Continental, escala 1:2 000 000	
6. Carta Geológica de Catembe, escala 1:50 000	
7. Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, escala 1:25 000	
8. Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000	
9. Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, escala 1:50 000	
10. Carta Geológica da Região do Bilene (Lagoa Páti), escala 1:50 000	

Parte I
Vivências



Curiosidade. Autor desconhecido.

Fotografia de Gonçalo Barriga.

A Família Chiguidene

José Tomás Oliveira

Havia mais de um ano que não chovia. Os ribeiros estavam secos. A água para beber e cozinhar era escassa. As mulheres, com os seus filhos às costas, cavavam fundo nas suas machambas, na ânsia de encontrarem alguma humidade. Mas as sementes de mapira ou de milho lançadas à terra aí jaziam, para consumo da passarada, ou delas nasciam caules e folhagem raquíticos, que só as cabras ou coelhos lhes pegavam. Os recursos alimentares existentes limitavam-se ao que a natureza disponibiliza, alguma mandioca retida na terra de anos anteriores, maçanitas miudinhas recolhidas de macieiras selvagens que cresciam nas margens dos ribeiros, malambe fruto de imbondeiro, um ou outro coelho, ratos e macacos em momentos de aperto. E quando algum animal de maior porte caía num buraco transformado em ratoeira, era a festa em todo o povoado...

Instalámos o acampamento a poucos quilómetros da fronteira com a Rodésia. A casa comercial abandonada foi minimamente recuperada para aí funcionar um pequeno escritório, o quarto de dormir do chefe da brigada, a sala de refeições e uma pequena divisão para guarda do equipamento. Um pequeno motor a gásóleo fornecia luz eléctrica durante as horas do jantar. Em redor ficaram as palhotas para dormida do pessoal, cozinha, armazém para guarda de víveres e, mais longe, o sanitário.

Além da meia dúzia de homens que tradicionalmente eram contratados na região de Tete, havia que recrutar pessoal local para tarefas auxiliares. Quando isso foi anunciado, apareceram várias dezenas de homens, mulheres e até crianças, a oferecerem-se para trabalhar. Foi um momento de esperança, que os escolhidos comemoraram com batuque e marimba até às tantas da noite.

No dia seguinte procedeu-se à distribuição da ração semanal que cabia a cada um dos recrutados: farinha de milho, óleo de palma, feijão, peixe seco, sal, um pouco de café e algumas dezenas de escudos moçambicanos.

O trabalho de campo implicava muitas deslocações em jipe, por picadas esburacadas, e percursos a pé para reconhecimento geológico do terreno. Com autorização da polícia rodesiana, utilizámos com alguma frequência as estradas de terra batida situadas do outro lado da fronteira. Ao longo destas havia povoados razoavelmente organizados, com fontenário, escola e, nalguns casos, transporte público. E também uma ou outra loja, onde, sequiosos pelo calor, parávamos para beber cerveja, muitas vezes em convívio com gente do povo mais afoita, que apreciava as conversas com os brancos portugueses, não temendo as sequelas do *apartheid*. Mas temiam as autoridades brancas rodesianas, que acabaram por nos proibir de atravessar a fronteira!

Nas picadas moçambicanas por onde nos deslocávamos, vagueavam homens escanzelados pela magreza, esfarrapados e descalços, sempre com algo pendurado num pau colocado ao ombro, mulheres com filhos às costas enrolados nas capulanas, que iam ou vinham das machambas, que transportavam à cabeça lenha para consumo caseiro ou latas para recolha de água em poças cavadas no leito dos ribeiros, crianças com grandes barrigas, umbigos salientes, olhos dilatados, sempre alegres correndo atrás dos jipes.

A frequência da nossa passagem por estas picadas e povoados foi criando alguma confiança na população. E foi assim que, num dia de calor abrasador, uma mãe segurando o seu filho menor nos braços, surgiu no meio da picada, pedindo-nos para parar a viatura. O seu filho estava a morrer, com diarreia constante e febres altas. Os medicamentos de primeira necessidade acomodados numa caixa metálica, que sempre transportávamos connosco, foram imediatamente utilizados, para algum consolo e esperança daquela mãe desesperada. Passada uma semana, voltou à estrada, para nos dizer, com lágrimas nos olhos, que o seu filho já brincava no terreiro em frente da sua palhota.

A notícia correu célere! De tal modo que, com frequência, nos apareciam pessoas à beira das picadas, pedindo-nos medicamentos para cura dos seus males. Vimo-nos assim na obrigação de reforçar a quantidade e qualidade dos medicamentos de primeira necessidade, para socorrer tanta gente.

A família Chiguidene vivia num povoado, à beira da picada que terminava no Rio Luenha, a cinco quilómetros de distância. Aí, as várias mulheres do régulo recolhiam água em latas, que transportavam à cabeça para suas

casas. Tarefa diária que repartiam entre si, conformadas. Um dia, já a tarde a cair, oferecemos boleia a duas destas mulheres, aliviando-as do carregamento. Contentes, cantaram lengalengas até ao povoado e agradeceram-nos com palmas.

Aquilo que tinha sido uma oferta, com o tempo passou a ser quase uma obrigação. Todos os dias havia mulheres na estrada com latas de água para transportar. Tendo descoberto que o nosso trabalho na pesquisa de ouro aluvionar no Rio Luenha se prolongava no tempo, e alegando que a quantidade de água transportada nas latas era pequena, fomos solicitados a transportar na traseira dos jipes bidões cheios de água, com capacidade de 100 litros, adquiridos no posto alfandegário.

Em dada altura, começaram os rumores sobre a presença da guerrilha na região. No acampamento, numa noite escura e mal dormida, demos conta de pequenos ruídos que se assemelhavam a passos de pessoas a movimentarem-se. Não lhe atribuímos importância, até porque era frequente que algum dos trabalhadores contratados em Tete regressasse tarde à sua palhota, após convívio com parceira de ocasião.

No outro dia, logo pela manhã, perguntámos a vários trabalhadores se tinham ouvido algum movimento nocturno no acampamento. A percebemo-nos de que o guarda do armazém de víveres dera uma resposta algo atrapalhada, com claros sintomas de incomodidade. Passados alguns dias, numa conversa a sós, confessou que durante a noite tinha sido acordado por dois guerrilheiros, que queriam saber se havia armas no acampamento, além de que precisavam de comida. Informados de que armas não havia, carregaram um saco de farinha, peixe seco e óleo de palma, e desapareceram na noite escura. Não tinha informado do acontecido porque temia perder o posto de trabalho.

Um sábado, logo após o almoço no acampamento, o Queijo Escova, responsável pela manutenção das viaturas, informou-nos:

- Tenho um convite que me foi transmitido pelo régulo Chiguidene. Esta noite vai haver uma festa no seu povoado, com batuque e marimba, e ele gostaria que os brancos nela participassem. A festa começa às nove horas da noite e prolonga-se até madrugada.

O convite era uma surpresa, até pela situação instável que se vivia na região. Cautelosamente, indagámos se essa festa não tinha alguma intenção escondida, visando fazer-nos algum mal. O Queijo Escova, sempre bem informado sobre tudo o que se passava, foi peremptório:

- Não há problema! Conheço bem o Chiguidene e a sua família! Podem ir à vontade, serão bem recebidos!

Decidimos aceitar o convite, mas ainda perguntámos:

- Temos que levar alguma coisa para a festa? Alguma comida ou bebida para ajudar?

- Não é preciso levar nada. O que têm que fazer é aceitar, mostrando bom grado, a comida e a bebida que vai haver para todos, informou o Queijo Escova.

Mal conhecíamos o régulo Chiguidene, que raramente aparecia. Só trocámos algumas palavras com ele, e mesmo essas com recurso a tradução porque não sabia falar a língua portuguesa. Foi, por isso, com alguma apreensão que nos deslocámos para o povoado do Chiguidene, já noite.

No terreiro, à volta do qual se dispunham as várias palhotas, a noite cálida estava iluminada por fogueiras vivas. A um lado do régulo, alinhadas, estavam as suas mulheres, oito no total. As dezenas de filhos andavam por ali, esperando certamente que fosse dada ordem para se começar a comer. Numa mesa improvisada, construída com paus e ramos de árvores, estavam dispostos cinco grandes tachos de alumínio, amolgados e enegrecidos, três contendo papa de farinha de mandioca e os outros dois com pequenos bocados de carne de cabra embebidos num molho escuro, e umas quantas cabaças cheias de bebida feita à base de maçanitas.

O Chiguidene, homem alto e magro, com carapinha já embranquecida, de idade a rondar os sessenta, avançou então para nós e levou-nos a apresentar, uma a uma, as suas mulheres. A mais velha, meã mas ainda robusta, com os seus 60 anos bem expressos na face, era tia da mais nova, 14 anos de idade, espigada, face com borbulhas de adolescente, convencida a ser mulher do Chiguidene pela tia, em reconhecimento por ele ser bom marido para as suas mulheres.

Iniciado o repasto, toda a gente comia dos mesmos tachos e bebia das mesmas cabaças. Queijo Escova, sempre atento, foi-nos convencendo de que seria considerada ofensa se não comêssemos como os demais. E lá fomos molhando rolinhos de papa no molho com carne de cabra, acompanhados de uns goles de bebida, quase álcool...

Acalmados os estômagos, começou a festa. As mulheres formaram uma roda e iniciaram um movimento circular conjunto, arrastando os pés descalços, batendo palmas a um ritmo certo, contorcendo-se como que inebriadas, num frenesim crescente, que terminou passada uma hora, quando exaustas.

Retiradas as mulheres, seguiu-se a batucada, com marimba a acompanhar, só com homens, alguns mascarados, dançando a um ritmo rápido, vibrante, com saltos, contorções e gritos. Os meninos seguiam com grande interesse os movimentos dos homens, na ânsia de uma aprendizagem rápida.

Já entrados na madrugada, o Chiguidene mandou parar a festa, falou em dialecto local e pediu ao Queijo Escova para traduzir em seu nome:

- Esta festa foi organizada para agradecer aos brancos a ajuda que nos têm dado no tratamento das nossas doenças e no transporte de água para a nossa família. Por causa disso, nestes últimos tempos temos vivido melhor e mais contentes. Que Alá proteja as vossas vidas.

Seguiram-se muitas palmas e cânticos.



A Farra. Autor Sudoto. Fotografia de José Tomás Oliveira.



Rainha.
Autor desconhecido.
*Fotografia de
Gonçalo Barriga.*



O Poder.
Autor desconhecido.
*Fotografia de
Gonçalo Barriga.*

A Fuga

José Tomás Oliveira

Decidimos instalar o acampamento perto do Rio Mazoe, em local com meia dúzia de árvores mais frondosas. Uma vez limpo o terreno, montadas as tendas de lona, uma cubata para servir de cozinha, fizemos correr a notícia de que iríamos contratar pessoal para realizarmos o plano de trabalho programado. Apareceu um grupo de homens da etnia dos chiocos, mal vestidos, descalços, vigorosos, com os tradicionais dentes afiados, que prontamente aceitou as condições oferecidas, comida e algum dinheiro entregues à semana. E um rapaz alto, magro, razoavelmente vestido, com óculos e um porte direito, elegante. De seu nome Paulino, apresentou-se como cozinheiro. Perguntado que comida sabia fazer, ficámos algo espantados com o rol de pratos que dizia saber cozinhar, desde a cozinha portuguesa até à cozinha tradicional moçambicana. Achámos estranho que um homem com tais atributos estivesse perdido numa região tão remota. Os tempos estavam complicados, a guerrilha rondava aquelas áreas! Haveria segunda intenção na oferta do Paulino? Informámo-lo que, durante uma semana, iríamos testar os seus conhecimentos culinários anunciados, após o que decidiríamos sobre a sua continuidade.

O Paulino revelou-se um cozinheiro de primeira qualidade. Ao pequeno-almoço, pela manhã cedo, trazia pão fresco, delicioso, que cozia num morro de formigas adaptado para forno. A farinha, à base de milho e de mapira, era por ele preparada diariamente, num pilão de madeira. Tratava o peixe seco com tal arte que parecia fresco, a carne trazida de Tete ou a que era retirada de alguma peça de caça aparecia-nos no prato sempre tenrinha, os molhos, preparados com óleo de palma, continham condimentos esquisitos, saborosos, que recolhia no mato. Cada refeição tinha um toque de novidade, de sabedoria, e era sempre aguardada com expectativa. O aparecimento do Paulino foi uma dádiva vinda do mato!

Mas o Paulino tinha um comportamento reservado. Aos nossos elogios sobre a comida que preparava, respondia com um sorriso contido, enigmático. Em conversas sobre este comportamento, chegou-se a admitir que tal se devia ao facto do geólogo chefe da brigada ser o único branco do grupo, a quem tradicionalmente se devia respeito e, eventualmente, temor.

Com o passar do tempo, o Paulino foi adquirindo confiança. Começou por tecer comentários sobre a qualidade da água para consumo vinda do rio, que sempre fervia, o calor excessivo responsável por noites mal dormidas, a fome que grassava na região. Tomou mesmo a iniciativa de preparar café para o meio da tarde, uma cortesia muito apreciada. Apesar disso, permanecia o seu ar tristonho, o olhar distante.

Numa tarde de calor asfíxiante, 48 graus à sombra, uma cerveja tomada sob uma das árvores frondosas fez despoletar a conversa entre o geólogo e o Paulino. Tendo-lhe o geólogo perguntado qual a razão daquele seu comportamento tão reservado, eivado de tristeza, foi-lhe dito:

- A razão prende-se com a minha vida familiar. Tenho duas mulheres, que estão comigo, a quem preparei duas palhotas independentes, mas próximas. A mais velha foi-me reservada pelo negócio do lobolo que tive que pagar à família. A segunda, mais nova, não foi negociada, fui eu que a conquistei, por quem sinto mais atracção e com quem gosto de estar.

- Mas situações como a sua são muito comuns no vale do Zambeze e em todo o Norte de Moçambique. Há inclusivamente homens que vivem com mais mulheres, exclama o geólogo.

- Eu sei, e nem critico essa situação. Mas eu vivo triste porque a minha vida familiar é um inferno. A mais velha, cheia de ciúme, passa a vida a ofender a mais nova, a quem apelida de puta! Esta responde chamando-lhe velha, feia, mal cheirosa. São frequentes cenas de pancadaria, na minha ausência. O problema é que tenho de repartir a minhas noites pela palhota de cada uma, o que a primeira não aceita.

- Nestas circunstâncias, diz o geólogo, não seria melhor divorciar-se da mais velha?

- Na nossa cultura isso não é possível! Uma vez pago o lobolo, será minha esposa para toda a vida. Com a família da segunda ainda não negocie o lobolo, e daí que a primeira se ofenda. Eu gostaria de negociar o lobolo com a família da segunda, mas fica muito caro e eu não tenho dinheiro nem outros meios para isso.

Estava esclarecida a tristeza do Paulino, a sua mágoa por não ter meios para ultrapassar a sua situação familiar.

A partir desta conversa, o Paulino passou a libertar-se, a ter um comportamento mais jovial, ria-se com as histórias contadas pelos chiocos e chegou mesmo a tocar marimba, o que fazia na perfeição.

Numa segunda-feira, pela manhã, logo a seguir ao seu regresso de Tete, o geólogo foi informado pelo Paulino sobre o pedido que os trabalhadores chiocos queriam apresentar.

Chamados os trabalhadores, estes informaram que não tinham comida e que só iriam trabalhar se lhes fosse dada mais uma ração semanal.

- Ainda no sábado foi distribuída a ração para a semana e passados dois dias já não têm comida! O que se passou?, perguntou o geólogo.

Sem qualquer explicação, voltaram a afirmar que sem comida não podiam trabalhar. Tendo-lhes sido dito que não havia comida no acampamento para tanta gente (eram oito os trabalhadores), e que o fornecimento de uma ração complementar teria que ser autorizado superiormente, o que levaria algum tempo, insistiram que queriam comida imediatamente.

- Sem uma explicação cabal da vossa parte, não tenho maneira de pedir essa ração complementar, disse o geólogo.

- Então vamo-nos embora! E partiram passada meia hora.

Apercebendo-se da surpresa e de alguma irritação do geólogo, o Paulino prontamente deu explicação para o sucedido, fruto de uma ou outra conversa que ia ouvindo.

- Na área do trabalho a guerrilha tem estado activa! Uma mina rebentou sob uma viatura militar, causando mortos, diz-se, e a tropa anda agora na sua perseguição, causando devastação nas aldeias. Os homens, porque o seu trabalho é no mato, tinham medo de ser confundidos com guerrilheiros. Por isso resolveram regressar às suas aldeias. Não o acusavam de nada, até diziam que este branco é diferente de muitos outros, tinham-lhe respeito...

Na véspera de partirem, este fim-de-semana, resolveram repartir a sua comida com pessoas de aldeias próximas. Tinham conhecimento e sofriam com a fome que grassa aqui, onde não chove há muito tempo. Organizaram uma festa, houve batucada toda a noite de sábado até domingo à tarde.

A exigência de comida para trabalharem foi a justificação que encontraram para se irem embora.



Tipo de termiteira utilizada como forno para fabrico de pão.

Fotografia de Ruben Dias.



Autor Mankeu. *Fotografia de Gonçalo Barriga.*



Máscara. Autor desconhecido.

Fotografia de Gonçalo Barriga.

O Museu

José Tomás Oliveira

Haviam chegado notícias alarmantes a Maputo! Centenas de tanzanianos tinham atravessado a fronteira em Lupiliche, perto do Lago Niassa, e estavam a explorar ricas jazidas de ouro, sem qualquer autorização. Que fazer? Ponderados os prós e os contras, concluiu-se que a única maneira de se esclarecer a situação era enviar para a remota região uma brigada com geólogos munidos das necessárias credenciais para poderem actuar. A brigada, que iria integrar geólogos portugueses, juntar-se-ia em Lichinga e daí partiria para a área objecto da espoliação. Aproveitar-se-ia a situação para se avaliar o potencial aurífero local.

Assim aconteceu. Encafuados em dois jipes em fim de vida, cujo espaço tivemos de partilhar com mantimentos e sacos de tendas, lá chegámos, após longo percurso em caminho de terra batida, cuja duração foi mais larga do que o previsto porque um dos jipes se avariou e teve que voltar à cidade para reparação. Já ao anoitecer, escolhido o local para acampamento, junto a pequeno riacho, montadas as tendas e pesquisado material lenhoso necessário à construção de cubatas para sala de refeições e cozinha, tomou-se a única refeição do dia composta por atum de três latas despejado num prato largo de alumínio, pão e um pouco de cerveja.

Iniciada a investigação na manhã do dia seguinte, inquirida a população sobre os tanzanianos e a exploração a que se dedicavam, ninguém sabia de nada! Será que as notícias alarmantes não tinham fundamento?

Percorrida a região, em jipe e a pé, durante vários dias, foram encontrados charcos e valas em riachos onde se procedia à lavagem dos sedimentos por bateia, para a pesquisa de pepitas de ouro. Conclusão: havia pesquisa de ouro por métodos artesanais, mas onde estavam os tanzanianos?

A aquisição dos mantimentos para o grupo fora mal calculada, não chegando para os últimos dias da estadia previstos. A tentativa de compra de galináceos junto da população, de modo a poder suprir-se as carências, resultou infrutífera porque ninguém queria receber o pago em meticais, preferindo que o negócio se fizesse com pepitas de ouro que permitiriam, soubemos posteriormente, a aquisição de alguns bens na vizinha Tanzânia. Era este negócio que estava estabelecido com os tanzanianos e daí que se poderia tornar perigosa a sua denúncia.

Pepitas de ouro não tínhamos, pelo que houve que encontrar outra solução, que passava por uma visita ao administrador do distrito, em Lupiliche. Solicitada a necessária audiência, fomos recebidos no edifício da administração, com o seu traçado colonial bem conservado. O administrador, homem afável e já cinquentão, compreendeu a nossa situação e informou-nos:

- Vou tentar ultrapassar as vossas dificuldades, mas para isso preciso de uma ou duas horas! Durante o tempo de espera, gostava de vos mostrar o nosso museu!

Dada a ordem a um auxiliar para encontrar pessoas disponíveis para vender as galinhas, saímos para o terreiro onde dezenas de crianças jogavam futebol com uma bola de trapo. Feita a apresentação, como portugueses, aos dois professores, que se refugiavam à sombra de uma árvore centenária, fomos rodeados pelas crianças que nos pediam aos gritos:

- Comprem-nos uma bola de borracha! Gostávamos de ter uma bola verdadeira!

E lá seguimos atrás do administrador, por uma vereda sinuosa traçada por entre a vegetação da savana, até que nos deparámos com um amontoado de despojos de guerra, onde se destacavam alguns jipes e berliets apodrecidos, obuses enferrujados, aqui e ali restos de armas ligeiras, algumas construções de madeira sem telhado, muitas chapas de lata espalhadas pelo chão.

- Este era o posto avançado do exército português. Na altura eu era auxiliar do posto administrativo. Conheci comandantes da companhia, sargentos, cabos e muitos soldados. Deixaram por aí muitos filhos, hoje conhecidos por tugas! Tive que proibir as pessoas de virem a este local para evitar roubos! Tenho esperança de que algum deste material possa um dia ser colocado num museu.

De regresso à administração havia várias galinhas à nossa espera. A custo zero...

Uma vez em Maputo, o prometido é devido, seguiu a verdadeira bola de futebol para as crianças de Lupiliche.



Autor Malangatana. *Fotografia de Gonçalo Barriga.*

A Grande Cidade

José Tomás Oliveira

A Carta já estava em fase avançada de preparação. As unidades geológicas haviam sido identificadas a partir do estudo de fotografias aéreas, de imagens de satélite e de sondagens profundas. O seu reconhecimento no terreno restringira-se à região envolvente da Grande Cidade, onde havia um mínimo de segurança. Para além desta área territorial ficava a terra de ninguém, onde imperava, dizia-se, a guerrilha sedenta de poder, capaz das maiores atrocidades. Era perigoso, muito perigoso, circular para além dela. O medo estava instalado...

Porque neste mundo tudo tem princípio, meio e fim, numa dada altura espalhou-se o rumor de que a guerrilha estava a enfraquecer e que já se podia circular numa região mais vasta, que chegava até Boane e Marracuene. Surgia assim a oportunidade para se observar no terreno todas as unidades geológicas existentes na área da Carta. E lá partimos para esse reconhecimento! Circulámos por caminhos esburacados de terra batida, sempre cheios de gente, parando aqui e ali. Em dado momento, quando circulávamos na estrada asfaltada, houve que retroceder porque a área da carta chegava ao fim. Para que a volta fosse facilitada, o condutor do jipe, velho moçambicano do Bairro de Benfica, teve que fazer pequena incursão fora do asfalto. A meio deste curto caminho surge um moçambicano razoavelmente aperaltado, a gritar:

- Patrão, patrão, não vá por aí, tem mina enterrada, vai rebentar debaixo do jipe!

Pânico generalizado, ordens para o condutor recuar a viatura, mas este calmamente continuou a girar o jipe na terra solta, tal como tinha planeado, e regressou ao asfalto. Algumas centenas de metros adiante, o estado de espírito mais calmo, mandou-se parar a viatura e inquiriu-se o condutor:

- Porque é que você não se assustou? Porque não obedeceu rapidamente à ordem para recuar?

- Sabe, respondeu, quando a vida é muito difícil há que inventar para sacar alguma coisinha, nem que seja uma moeda!

No dia seguinte continuou-se o reconhecimento, agora a pé nos altos do vale do Infulene. Lá em baixo, o solo mostrava-se escuro, polvilhado das manchas verdes das machambas, onde mulheres trabalhavam a terra, muitas com um filho às costas. Em dado momento, uma delas, em voz alta para se fazer ouvir, troca impressões com os companheiros moçambicanos, em língua local. Perguntado o que é que a mulher dizia, foi respondido:

- Ela pergunta quem é esse branco? O que é que ele anda aqui a fazer?

Foi-lhe explicado que o branco anda a estudar connosco as areias do solo e escreve num mapa aquilo que observa. Passados alguns minutos, nova conversa com a mulher, que volta a perguntar:

- Esse branco gosta dos pretos? Gosta dos moçambicanos?

Foi-lhe respondido que sim, que não tivesse receio.

Continuámos a caminhar, por entre cajueiros, até que na volta de um pequeno cabeço surge uma criança, camisa aberta, meio esfarrapada, com um saco de plástico na mão cheio de castanhas de caju.

- É para o branco!

E desatou a correr...



Caminhante. Autor desconhecido.
Fotografia de Gonçalo Barriga.



Menina-Mulher. Autor Arlindo.
Fotografia de José Tomás Oliveira.

Comício?

José Tomás Oliveira

O dia fora cansativo! Tínhamos percorrido 10 quilómetros, ao longo da costa oriental da Ilha, da Ponta Xohomane até ao Farol do Cabo da Inhaca, mochilas às costas, sob sol abrasador e forte ventania durante a tarde. Mais uma vez alugáramos o único tractor com atrelado existente na Ilha, mossas e esfoladelas por todo o lado, pneus lisos, motor cansado, para nos colocar no ponto de partida, pela manhã, e recolha ao entardecer. Em deslocações anteriores através da Ilha já nos habituáramos a paragens frequentes, porque o motor se recusava a vencer pequena subida mais inclinada ou porque ficava preso na areia solta das dunas. Ao cansaço físico tinha-se antecedido, durante o percurso de ida, o choque emocional causado por uma cobra que saltou do alto de um arbusto para a caixa aberta do atrelado, provocando pânico generalizado entre os ocupantes. Parada a viatura, toda a gente em fuga, havia que expulsar o réptil de onde se instalara. Armados de paus e ramos de arbusto, deu-se início ao ataque. Só que a cobra não se mostrava! Vasculhados todos os cantos do atrelado e do tractor, nada, não havia sinal do bicho! Até que alguém mais sabedor afirmou:

- A cobra voou! Não gostou da companhia!

No regresso, já o sol se punha, saciámo-nos com leite de coco oferecido por aldeãos, ao que se seguiu a rotina de todas as noites. Esta passava obrigatoriamente pela área dos bares, construções de pau a pique, onde havia bebida, música e muita conversa dengosa. Naquela noite circulava mais gente do que o normal, em redor de uma palhota maior, quadrada, com luz eléctrica fornecida por gerador, música frenética com muitos decibéis. Entrámos munidos da inseparável cerveja, e acomodámo-nos a um canto. Dos numerosos presentes só nós três éramos brancos, portugueses. Já a noite ia bem entrada, a música mais baixa, amainado o reboliço das conversas, dois rapazes mais bem vestidos do que o comum, camisas claras, barba aparada, cabelo bem tratado, óculos escuros, chamam a atenção dos presentes. Eram professores em escolas da Ilha. Subiram para duas caixas de cerveja vazias e falaram alto:

- Irmãos! Moçambique conquistou a sua independência há mais de vinte anos! Houve milhares de moçambicanos que morreram na guerra, em luta contra o exército português! Acabámos com a escravatura e a exploração impostas pelos colonialistas portugueses! Os nossos avós foram obrigados a trabalhar presos por correntes! As nossas mulheres foram violadas!

Perante este ambiente pesado, dois dos portugueses, temerosos do que pudesse acontecer, sorrateiramente abandonaram o local. O terceiro, mais velho e com mais conhecimento do povo moçambicano, resolveu ficar, prontamente acompanhado por amigo moçambicano de muitas andanças.

- Irmãos! Hoje, aqui, verificamos que os portugueses estão a voltar! Que chegam para continuar a explorar as nossas riquezas! Não queremos voltar a ser colonizados, escravizados! Queremos ser donos dos nossos destinos! Fora com os colonialistas portugueses!

Aqui chegados, o companheiro moçambicano do português falou alto em língua local, abriu-se uma ala para o deixar passar. Caminhou direito aos oradores na sua estatura meã, olhar penetrante, centrado nos olhos dos discursantes, sem uma palavra. Murmúrio generalizado na grande palhota, os professores calaram-se, encolheram-se, desceram das caixas de cerveja, recuaram para um canto, sem mais comentário algum. O companheiro moçambicano voltou ao lugar de onde partira, e continuou a beber a sua terceira laurentina...

De regresso a casa, no dia seguinte havia que levantar cedo, a meio caminho ouvimos alguém gritar:

- Senhores, por favor! Preciso de falar convosco! Devo explicações!

Resolvemos parar. Era um dos professores:

- Peço desculpa pelo que aconteceu naquela palhota. Estávamos com umas cervejas a mais. Agradeço que nos compreendam. Eu não sou inimigo dos portugueses! Eu até gostava de trocar correspondência com portugueses!

Virando-se para o português, com um papel na mão:

- Aqui tem o meu endereço. Peço-lhe, seja meu amigo, escreva-me de Lisboa!



Matriarca. Autor Rafael Nkatunga.

Fotografia de Gonçalo Barriga.

A Outra Margem

José Tomás Oliveira

Catembe é a outra margem, mirando a grande cidade de cimento, ponto de passagem obrigatório para quem vai para terras do sul, Bela Vista, Ponta de Ouro. Cais apinhado de gente, jipes para alcance de lonjuras, bicicletas pasteleiras gastas do muito uso. As pequenas embarcações circulam num vai-vem constante, de e para Maputo, do alvorecer ao anoitecer. Carrega-se de tudo, cestos, sacos de plástico e de serapilheira, baldes de lata e caixas de cartão contendo o peixe apanhado na madrugada, a hortaliça fresquinha, mandioca, milho assado ou cozido na sua maçaroca, fruta (deliciosas mangas no seu tempo), castanha de caju, amendoim, caixas de cerveja (laurentina, laurentina!!!). Ah, e ainda o lenço na cabeça sobre o qual se equilibra o rolo de roupa, o filho às costas seguro por capulana garrida, as pernas cuidadosamente oleadas na véspera, assentes sobre sandálias de plástico. Mas também a saia curta mostrando a perna grossa, a mala de fancaria pendurada ao ombro desnudado, a cabeleira esticada, as calças caídas sobre sapatilhas de contrafacção e o brinco na orelha. E a conversa buliçosa em línguas locais, onde o português também entra, as piadas brejeiras, as gargalhadas sonoras. É a alegria de viver o presente, ainda que muito pobre, porque o futuro imediato não é prometedor.



Batiques. *Fotografia de Ruben Dias.*



Preocupação. Autor Zakeu.

Fotografia de Gonçalo Barriga.

À Mulher Moçambicana

Judite Fernandes

Tarde quente e soalheira
onde o tempo passa devagar
reúnem-se na canseira
da água para carregar.

Desfia-se a conversa
como novelos de lã
a água teima em chegar
para encher o jerricã.

Risadas...olhar envergonhado...
o sorriso aberto e franco
pele macia e sedosa
de uma beleza de espanto.

Chinelo quase desfeito
perna seca e musculada
a água levada a oito
em tanta caminhada.

Com o filho sugando o peito
aninhado na capulana garrida
transbordam pureza e leveza
e assim carregam a Vida!



Amor. Fotografia de Judite Fernandes.

Parte II

Resultados da Cooperação



Cascata da Namaacha. *Fotografia de Ruben Dias.*

Para que serve uma carta geológica: o exemplo da Carta Geológica de Maputo

José Tomás Oliveira, Ruben Pereira Dias, Aurete Pereira e Gabriel Balate

1. Breve resumo da geologia da região de Grande Maputo

A Carta Geológica de Maputo, na escala 1:50 000, e a respectiva Notícia Explicativa foram impressas em 1995-1996. Nesta última, estão descritas as metodologias usadas nos levantamentos geológicos que conduziram à identificação e caracterização das unidades geológicas representadas na região, pelo que aqui se faz unicamente um resumo da geologia regional.

A preparação e publicação desta Carta assume significado especial por ser a primeira carta geológica publicada em Moçambique a esta escala, e também por ser o primeiro projecto concluído no âmbito da cooperação entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto da Cooperação Portuguesa e o Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

A unidade geológica aflorante considerada mais antiga é a Formação da Ponta Vermelha, com idade atribuída ao Pliocénico - Plistocénico inferior (cerca de 2,5 milhões de anos), constituída por arenitos e siltitos pouco consolidados de cor clara, que para o topo passam a arenitos vermelhos, muito ferruginosos, endurecidos, com espessura total da ordem dos 20 m. Cartografia geológica mais recente, mostra que esta formação se prolonga para a região de Catembe, onde se divide em duas, a Formação da Ponta Vermelha propriamente dita, com cerca de 5 metros de espessura aflorante, correspondente aos arenitos ferruginosos, com idade atribuída ao Plistocénico inferior, e a Formação de Ponta Maona, subjacente, representada pelos arenitos, siltitos e finas passagens de microconglomerados, todos de cor rosada clara, frequentemente impregnados de carbonato de cálcio do tipo caliche, com 15-20 m de espessura e idade atribuída ao Pliocénico. Esta divisão aplica-se à área da Carta Geológica da cidade de Maputo, reinterpretada (figura 1), sendo importante pelas implicações que tem em termos geotécnicos e geoambientais, como veremos adiante. Sobreposta à Formação da Ponta Vermelha ocorre uma sucessão argilo - arenosa, localmente com impregnações de carbonatos e com concreções ferruginosas, com 15-20 m de espessura, que foi dividida em duas unidades, respectivamente a Formação de Matola, em posição inferior, com representação reduzida na área da carta, e a Formação de Machava, com idade atribuída ao Plistocénico Superior (dada por artefactos humanos), que aflora na parte inferior das encostas do vale do Rio Infulene.

Sobre as unidades anteriores ocorrem areias de dunas, fixas, tradicionalmente consideradas como dunas interiores, que na área da carta foram divididas na Formação Malhazine, constituída por areias avermelhadas, e Formação de Congolote, com areias de coloração mais clara. Entre as dunas ocorrem depressões, onde se desenvolve vegetação herbácea devido à presença de água, podendo mesmo formar-se pequenas lagoas. Ambas as unidades foram consideradas do Plistocénico Superior - Holocénico.

Na região litoral virada para a baía de Maputo há acumulação de aluviões arenosas e lodosas, em grande parte associadas a terraços do Rio Incomati, assim como dunas actuais, móveis, cartografadas como Formação de Xefina, ambas do Holocénico. No vale do Rio Infulene também se acumulam aluviões actuais, que são intensamente trabalhadas pela população que aí cultiva as suas machambas.

Merecem ainda destaque, o lineamento da Polana, sublinhado por uma arriba, bem marcada na colina de Maputo (figura 1), que segue com direcção NNE-SSW até Marracuene, cuja origem foi associada a uma falha normal com abatimento do bloco oriental (Momade *et al.*, 1996), e a possível falha existente no vale do Rio Infulene.

Ainda na Notícia Explicativa, são feitas referências à má qualidade da água retirada de poços e bombas que servem as populações dos arredores da grande cidade e a outros problemas ambientais, que serão abordados no ponto seguinte.

2. Para que serve a Carta Geológica

As cartas geológicas de uma dada região são documentos básicos que encerram informação indispensável para a exploração de eventuais recursos geológicos existentes, incluindo aqui as águas subterrâneas, para o desenvolvimento de infra-estruturas ligadas às obras públicas e, também, para a mitigação de problemas ambientais. Esta informação é particularmente necessária nas grandes áreas urbanas onde frequentemente o subsolo é utilizado para os mais variados fins, desde a construção civil, passando pela instalação de redes sanitárias, até à cablagem ligada às comunicações electrónicas e à televisão por cabo. Modernamente, esta problemática tem vindo a ser objecto de estudo através da nova área científica conhecida por Geologia Urbana. As cartas geológicas servem de base para outras cartas temáticas, designadamente as cartas geotécnicas que incorporam cartografia específica relativa às litologias, permeabilidades, resistências e erodibilidades que os corpos rochosos evidenciam. Estas propriedades são determinadas através de ensaios geotécnicos específicos. Do cruzamento das cartas referentes a estas propriedades com a topografia resultam cartas de riscos naturais e de impacte ambiental, indispensáveis para o planeamento, o ordenamento e a gestão do território.

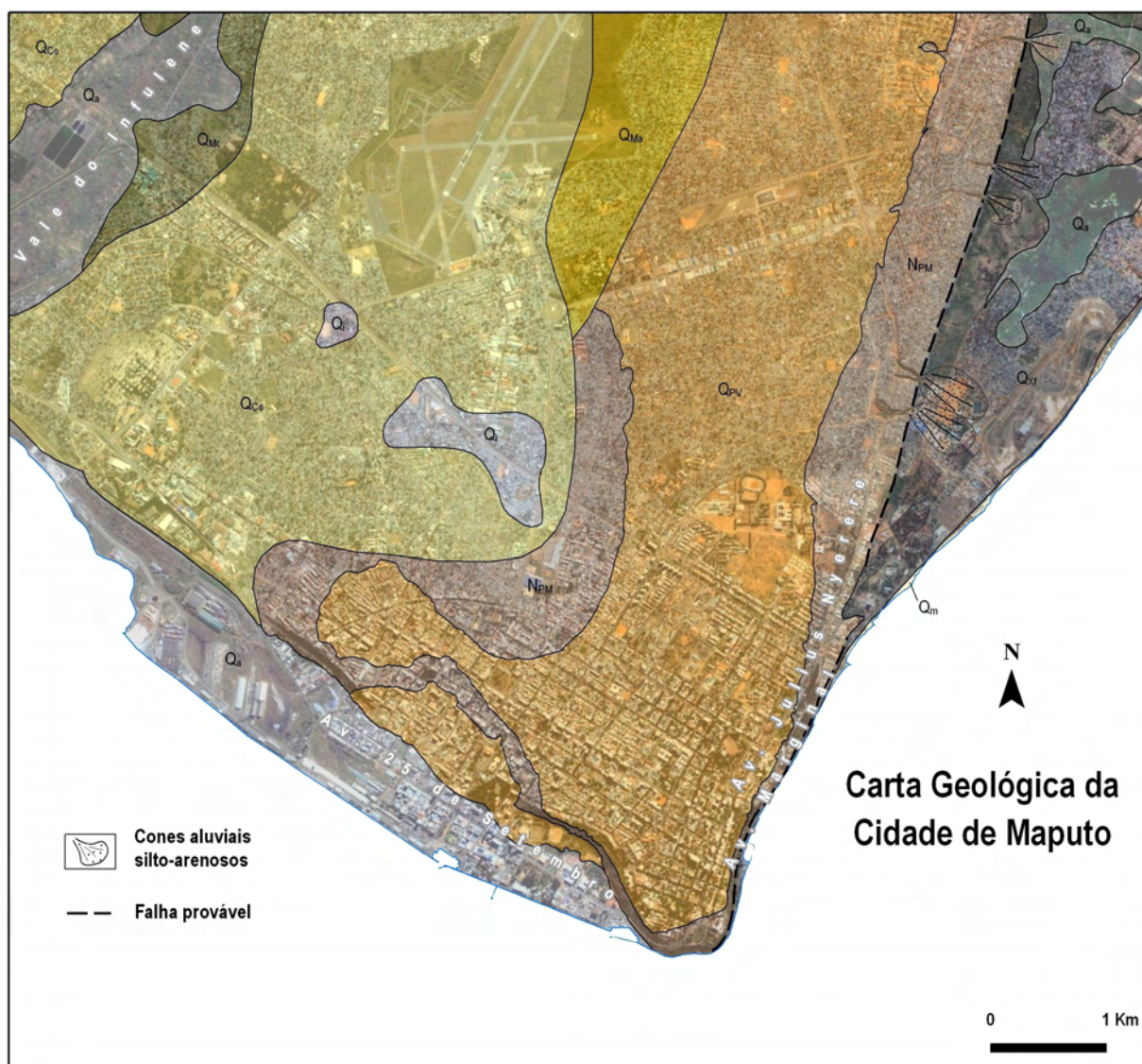


Figura 1. Carta geológica reinterpretada da cidade de Maputo, sobre imagem de satélite do serviço de mapas da ESRI. Símbolos: Qm - Depósitos de praias; Qa - Depósitos aluvionares; Qi - Depósitos intradunares; QXf - Formação de Xefina; QCo - Formação de Congolote; QMa - Formação Malhazine; QMc - Formação de Machava; QPV - Formação da Ponta Vermelha; NPM - Formação de Ponta Maona.

Na região abrangida pela cidade de Maputo, em particular na dita cidade de cimento, existem várias situações de perigosidade e risco geotécnico e ambiental, que foram salientadas na Notícia Explicativa da Carta Geoló-

gica, e para as quais foi chamada a atenção das autoridades competentes (Momade *et al.*, 1996). Para além dos riscos naturais associados à chuva, geradora de cheias e alagamento de zonas baixas, à erosão marinha que ataca a região costeira, e ao transporte eólico que provoca o avanço das dunas para o interior, foram assinaladas situações de elevado risco ambiental, como é o caso da contaminação de aquíferos, da construção de edificado sobre dunas e de escorregamentos de terras. Neste último caso, apontou-se como exemplos os escorregamentos que ocorreram na encosta do bairro Polana-Caniço, a danificação de infra-estruturas na Avenida Julius Nyerere e a queda de blocos de arenitos vermelhos nas encostas da Avenida Marginal.

Esta mesma problemática foi mais recentemente tratada por Forster (2001) e por Vicente *et al.* (2006). Os principais problemas encontrados situam-se, em ambos os trabalhos, na instabilidade dos taludes e segurança dos edifícios, designadamente junto das arribas. Vicente *et al.* (2006), detectaram escorregamentos relacionados com o assentamento de edifícios nas avenidas das Nações Unidas, Friedrich Engels e Julius Nyerere. Outra situação identificada na Avenida Julius Nyerere foi a existência de edifícios inclinados e com indícios de colapso, cujas causas foram atribuídas a infiltrações de água no solo poroso, proveniente de canos com rupturas, que o torna húmido e mais facilmente deformável, ou devido a erosão interna por remoção de material na área das fundações dos edifícios. Esta perigosidade está intimamente relacionada com as características geológicas do subsolo onde assenta o edificado, em termos de porosidade, permeabilidade, coesão, resistência à erosão, entre outras, e também do declive do terreno. Conforme descrito anteriormente, a Formação da Ponta Vermelha é constituída por arenitos superiores, ferruginosos e consolidados (lateritizados segundo os autores da carta), cuja espessura máxima rondará os 20 m, e por uma sucessão inferior com espessura da ordem dos 15-20 m, constituída por arenitos e siltitos, claros, pouco consolidados, com impregnações de carbonatos (equivalentes à Formação de Ponta Maona, na região de Catembe, onde as impregnações de carbonatos são mais importantes). Perante este cenário geológico, logo que alguns dos parâmetros físicos dos arenitos consolidados da Formação da Ponta Vermelha sejam modificados, estão criadas as condições que facilitam a infiltração de águas superficiais. Estas vão invadir e encharcar os arenitos e siltitos inferiores mal consolidados, os carbonatos vão-se dissolver, os sedimentos finos silto-argilosos aumentam de plasticidade, daqui resultando os abatimentos e escorregamentos, tanto mais perigosos quanto maior é a carga do edificado e/ou o declive do terreno. O ravinamento das arribas, resultante da erosão provocada pelas águas, ocorre com maior frequência nos arenitos inferiores devido à sua fraca consolidação e conseqüente maior erodibilidade. Estes ravinamentos podem evoluir para riachos, que funcionam como condutas de sedimentos erodidos das suas margens e das áreas envolventes, acabando por se gerar cones aluviais na base das arribas, provocando torrentes de detritos susceptíveis de causar fortes danos materiais no edificado urbano. É o caso dos cones aluviais que ainda se podem decifrar na arriba em frente do autódromo (figura 1).

Em termos de análise de perigosidade, a possível existência de duas falhas, uma junto à arriba da colina de Maputo e outra no vale do Rio Infulene, deve também merecer investigação através de estudos de estratigrafia (baseados em sondagens), de neotectónica e de geofísica.

O território moçambicano está integrado na zona de riftes da África Oriental e ainda recentemente ocorreu um sismo de magnitude 7,0 (Mw), na região de Machaze, província de Manica (Feitio *et al.*, 2008). As particularidades geológicas da região onde está instalada a cidade e a urbanização incorrecta junto das arribas, conferem forte potencial de perigosidade e risco, que não pode ser negligenciado.

Até agora foi abordada a situação actual, em termos de riscos geológicos, da área da cidade de Maputo. Mas a instabilidade que agora ocorre, em parte induzida por factores antrópicos, já existiu em tempos anteriores à construção da própria cidade, como veremos a seguir. Uma interpretação da cartografia geológica da cidade de Maputo implantada sobre o modelo digital do terreno, conjugada com a análise cuidada de imagens de satélite ESRI e do *Google Earth* (figura 2) mostra que a arriba do lado sul da colina de Maputo se prolonga para WNW, sendo interrompida na zona da baixa da cidade. Esta interrupção é sublinhada por uma área mais deprimida, evidenciada pela curvatura para norte das curvas de nível, por onde a cidade se expandiu até à plataforma dos 50-60 m, onde actualmente está instalada a designada alta da cidade. Esta zona deprimida corresponde, em nosso entender, a uma antiga cicatriz resultante de importante deslizamento de terras. Quando foi elaborada a carta geológica, a escassez de afloramentos nesta área da cidade não permitiu o mapeamento detalhado da Formação da Ponta Vermelha, e daí este deslizamento não ter sido identificado. Com os dados actualmente disponíveis não é possível saber-se quando ocorreu este grande deslizamento, sendo seguro que se terá dado em tempos anteriores à implan-

tação da cidade. A descoberta desta cicatriz vem evidenciar que as próprias condições naturais são propícias a este tipo de deslizamentos. Na figura 2 está ainda evidenciado um escorregamento que ocorreu em tempos actuais, neste caso provocado por pressão urbanística (figura 2B).



Figura 2. A - Modelo digital do terreno com a geologia da cidade de Maputo; B - Bloco escorregado e indicação da cicatriz ainda visível; C - a colina de Maputo e arriba associada; D - Outra perspectiva da arriba de Maputo. Símbolos estratigráficos: Qm - Depósitos de praias; Qa - Depósitos aluvionares; Qi - Depósitos intradunares; QXf - Formação de Xefina; QCo - Formação de Congolote; QMa - Formação Malhazine; QMc - Formação de Machava; QPV - Formação da Ponta Vermelha; NPM - Formação de Ponta Maona.

3. Referências bibliográficas

- Feitio, P., Hurukawa, N., Yokoi, T., 2008. Relocation of the Machaze and Lacerda earthquakes in Mozambique and the rupture process of the 2006 Mw 7.0 Machaze earthquake. *IISEE Report*.
- Ferrara, M., Momade, F., Oliveira, J. T., com colaboração de Mahumane, M., Fumo, C., Pambo, C., Muiene, C., Nhantsave, A., Conjo, J., Dâmaso, L., 1995. *Carta Geológica da Folha 2532D3-Maputo, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Forster, A., 2001. An investigation of slope instability and building damage in Maputo. *Report CR/01/091*. British Geological Survey.
- Momade, F., Ferrara, M., Oliveira, J. T., 1996. *Notícia Explicativa da Carta Geológica da Folha 2532D3-Maputo, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Vicente, E. M., Jermy, C. A., Schreiner, H. D., 2006. Urban Geology of Maputo, Moçambique. *IAEG 2006*, Paper number 338.

Recursos Minerais Não Metálicos de Moçambique: um potencial a explorar

José Tomás Oliveira

1. Introdução

Quando se fala em riquezas minerais de um país, o cidadão comum pensa imediatamente em minas de ouro, prata, cobre, ferro, hidrocarbonetos, diamantes e outras pedras preciosas, etc. De facto, a exploração deste tipo de recursos geológicos foi e é determinante no desenvolvimento industrial que está na base do progresso da humanidade e no bem-estar social que existe em muitos dos actuais países mais desenvolvidos. Em geral, o mesmo cidadão desconhece a importância que outros recursos geológicos assumem nesse mesmo desenvolvimento. É o caso dos Recursos Minerais Não Metálicos, essenciais no fabrico de cimento, agregados e rochas para a construção, cerâmica, vidro, papel, plásticos variados, medicamentos, alimentação, produtos de higiene, etc.

Na Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos (Ledder *et al.*, 1993) são incluídos todos os minerais e rochas que não são susceptíveis de ser explorados para metais, como pedras preciosas ou como recurso energético. Em Portugal, estes recursos são agrupados em várias categorias, designadamente Minerais Não Metálicos, Rochas Industriais, Rochas Ornamentais e Agregados. Seguindo a classificação adoptada em Portugal, os vários tipos de minerais e rochas constantes na Carta de Moçambique poderão agrupar-se em:

Minerais Não Metálicos: Apatite, bentonite, cianite, feldspato, fluorite, gesso, grafite, magnesite.

Rochas Industriais: calcário, caulino, saibro, areia, argila, diatomito, guano.

Rochas Ornamentais: granito, granito negro (gabro, diorito), lamboanita, amazonite, dumortierite, labradorite, rodonite, serpentinito, mármore.

Agregados: rochas para construção - riolito, calcário, granito, gabro-anortosito, andesito, serpentinito.

Nos países economicamente mais avançados, a exploração destes recursos é factor determinante no seu desenvolvimento. Temos a certeza que assim acontecerá em Moçambique, em futuro próximo.

A título de exemplo, e numa perspectiva de divulgação, são aqui seleccionados alguns destes recursos existentes em Moçambique, as respectivas características, reservas actualmente conhecidas e aplicações industriais. A descrição que se segue baseia-se no trabalho de Velho *et al.* (1998).

2. Argilas

2.1. Propriedades Gerais

São os recursos geológicos mais extensos e com maior número e diversidade de aplicações, de entre os que são utilizados pelo homem. São terrosos, de grão muito fino, tendo como contribuintes fundamentais os minerais argilosos, filossilicatos constituídos por sílica, alumina e água, que se agrupam em seis grupos distintos: caulinite, ilite, montmorilonite, clorite, vermiculite e paligorskquite. Cada um destes grupos inclui ainda várias espécies minerais. A estrutura de todos estes minerais é complexa, com a característica comum de se estruturarem em finíssimas camadas ou fitas.

Os minerais das argilas têm propriedades que estão na base da sua utilização, nomeadamente: *granularidade*, muito fina, sempre inferior a 0,004 mm, que influencia outras propriedades, nomeadamente a plasticidade, a porosidade e a resistência mecânica; *troca iónica*, capacidade de troca ou permuta de iões (catiões e aniões) com o meio envolvente, capacidade esta habitualmente designada por adsorção; *viscosidade*, que mede a capacidade de escoamento de uma mistura de argila e água sob a forma de suspensão, sendo importante o estado de floculação dos sólidos; *plasticidade*, que se refere ao comportamento de uma mistura de argila e água, formando pastas

ou massas, quando é submetida a uma força aplicada; *endurecimento após secagem ou cozadura*: os corpos cerâmicos são secos a temperaturas à volta de 110 °C e cozidos a temperaturas elevadas que podem atingir 1450 °C. A secagem ou cozadura têm como objectivo a evaporação da água contida nesses corpos. A evaporação provoca a contracção das partículas, acabando por provocar o endurecimento. A cozadura a altas temperaturas induz modificações na estrutura cristalina dos minerais, que dão origem a retracções ou expansões volumétricas, e provoca o aumento da resistência mecânica.

2.2. Tipos de Argilas

Em termos da sua aplicação, as argilas agrupam-se em duas categorias, *argilas especiais* e *argilas comuns*, conforme a complexidade do tratamento que requerem e do respectivo valor comercial.

Argilas Especiais

Caulino – é uma argila branca, cuja cor se mantém após a cozadura. A composição é claramente dominada pelos minerais do grupo da caulinite, mas há sempre pequenas percentagens de quartzo, feldspato e micas. Os depósitos de caulino resultam da alteração meteórica de rochas ricas em feldspatos, sendo as mais comuns os granitos e os pegmatitos. Estes depósitos podem manter-se junto da rocha-mãe ou serem transportados para formarem rochas sedimentares. O caulino é principalmente usado na indústria de papel (determina a sua brancura e o brilho) e na indústria cerâmica (porcelana, faiança, louça sanitária, em isoladores eléctricos e refractários). É também usado na indústria química, nomeadamente na fabricação de tintas (como dispersante), plásticos, no pvc (aumenta a durabilidade), na borracha (aumenta a resistência mecânica e a resistência à abrasão). Modernamente é componente importante na fabricação de fibra de vidro.

Bentonite – é uma argila rica na espécie cristalina esmectite (do grupo da montmorilonite) que tem origem na alteração meteórica ou deutérica (provocada por fluidos quentes no interior da Terra) de rochas vulcânicas ácidas, piroclásticas (tufos, cinzas) ou lávicas (riolitos, dacitos). A bentonite pode ser sódica, potássica ou cálcica, conforme o predomínio do catião de troca (sódio, potássio ou cálcio). A bentonite sódica é a de maior uso industrial. Esta argila é muito utilizada como lama de sondagens para pesquisa mineral, de água, hidrocarbonetos, etc. Também tem aplicação na transformação dos minérios em *pelets* que facilitam o transporte e tratamento metalúrgico, como material impermeabilizante, nomeadamente na indústria da construção civil e no tratamento de resíduos industriais.

Além dos tipos anteriores, merecem também referência: *as argilas em bolas*, de granularidade finíssima (inferior a 0,001 mm), cinzentas ou pretas, caulínicas com matéria orgânica, de grande plasticidade, usadas no fabrico de porcelana de alta qualidade; as argilas do tipo *fire clay*, muito refractárias, com caulinite, montmorilonite, ilite, quartzo e matéria orgânica, com a particularidade de ocorrerem intercaladas em camadas de carvão; *argilas fibrosas*, em que o mineral dominante é a paligorskite (também designada por atapulgite), muito usadas como adsorvente no tratamento de óleos e gorduras, mas também na indústria farmacêutica e em cosmética.

Argilas Comuns

Argilas para olaria – de composição muito complexa, onde entram vários minerais argilosos e não argilosos (quartzo, feldspatos, óxidos e hidróxidos de ferro). Adquirem várias cores conforme os minerais presentes, portadores de ferro, titânio ou manganês, mas também dependendo da temperatura da cozadura.

Argilas para telha e tijolo – são argilas grosseiras com algum silte e areia, e cores variadas. A percentagem dos minerais das argilas deve ser suficiente para permitir o desenvolvimento da plasticidade. Contêm elevados teores de sílica, óxidos de ferro, cálcio, sódio e potássio. Muito utilizadas na indústria da construção civil.

O *adobe* é uma modalidade de tijolo de fabrico muito comum nas zonas rurais africanas, constituído por argilas e areia, moldadas e secas ao sol. Usado na construção de casas.

2.3. Recursos Moçambicanos em Argilas

Na Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique, na escala 1:1 000 000, preparada e editada pela Direcção Nacional de Geologia de Moçambique e o Instituto Geológico e Mineiro de Portugal, as argilas são agrupadas em Argilas Plásticas e Vermelhas, Caulino e Bentonite (Argilas Especiais). Do pri-

meiro grupo são identificadas quarenta e quatro jazidas e ocorrências, do segundo seis e do terceiro quatro.

Argilas Plásticas e Vermelhas (Argilas Comuns)

As numerosas ocorrências situam-se, em grande parte, nos sedimentos quaternários. Há, contudo, argilas em sedimentos do período Cretácico (Pemba, Nacala) e em solos de alteração dos terrenos proterozóicos (Tete, Angónia). As reservas conhecidas montam a várias dezenas de milhões de toneladas e devem crescer significativamente com a melhoria do conhecimento do território.

Argilas Especiais

Caulino – Dos seis jazigos conhecidos, os mais importantes estão associados aos corpos pegmatíticos das Províncias de Zambézia e Nampula. São eles o jazigo de Boa Esperança em Ribáué, e os jazigos de Muiane e de Marropino nos distritos do Gilé e Ile, respectivamente (Cilek, 1989; Afonso e Marques, 1993; Pekkala *et al.*, 2008). Há ainda um jazigo sedimentar perto de Nacala-Porto.

O Jazigo de Boa Esperança, um pegmatito instalado em rochas granitóides, tem caulino de boa qualidade, com 90% de caulinite, mas as reservas conhecidas são pequenas, da ordem de 28 000 toneladas. As reservas potenciais podem atingir os 4 milhões de toneladas.

O jazigo de Muiane, situado 45 km a sul do Alto Ligonha, é o de maiores dimensões e contém as principais reservas (figura 3). É um corpo de pegmatito instalado em micaxistos e gnaisses, e é explorado principalmente para nióbio, tântalo e berilo. O caulino aparece como sub-produto desta exploração, com a percentagem média de caulino de boa qualidade, de 15-20%. As reservas conhecidas são cerca de 3,3 milhões de toneladas.



Figura 3. Vista aérea do jazigo de Muiane.
Fotografia de João Marques.

O jazigo de Marropino, também a sudeste do Alto Ligonha, é explorado para nióbio e tântalo, e o caulino ocorre também como sub-produto. Trata-se de caulino de boa qualidade, mas com reservas limitadas.

O único jazigo de caulino sedimentar situa-se próximo de Nacala-Porto. Trata-se de areias caulínicas com percentagem de caulino inferior a 10%. As reservas são, contudo, muito significativas, da ordem de 3,4 milhões de toneladas. A baixa percentagem de caulino e a presença de poluentes (óxidos de ferro e de potássio) tornam a exploração pouco atractiva. As reservas potenciais em caulino associadas a rochas sedimentares poderão ser muito importantes pois há condições geológicas para que isso aconteça, nomeadamente nas rochas sedimentares detríticas assentes directamente sobre as rochas do Proterozóico ou em depósitos deltaicos. As reservas em argilas refractárias poderão ser significativas nos jazigos de carvão, a exemplo do que se conhece no Zimbábue.

Nota: Os pegmatitos moçambicanos representam um dos principais recursos minerais do país. Além do seu potencial em nióbio, tântalo e caulino, acima brevemente referidos, são também conhecidos pelas suas potencialidades em feldspatos, recursos importantes para a indústria cerâmica e de vidro, além das conhecidas pedras preciosas e semi-preciosas. Os pegmatitos identificados e explorados são, seguramente, uma percentagem reduzida do que há ainda por descobrir. A sua pesquisa mais intensiva assume assim importância decisiva para a indústria mineira em Moçambique.

Estima-se que as reservas de Moçambique em caulino sejam da ordem de 4,4 Mt e as de feldspato de 7,6 Mt.

Bentonite – A bentonite ocorre em Moçambique associada às rochas vulcânicas ácidas (riolitos, tufos) da Cadeia dos Libombos e na Lupata. Resulta da alteração meteórica superficial ou da acção hidrotermal de águas alcalinas. As rochas-mãe são riolitos ricos em estruturas vitrificadas do tipo das perlites ou tufos ricos em vidro vulcânico (obsidiana). Os jazigos em exploração situam-se perto de Boane e a produção actual, na forma de argila montmorilonítica, é da ordem das 6 000 toneladas. São ainda conhecidas jazidas em Chibabava, Sofala e Lupata, na margem norte do Rio Zambeze. As reservas ao longo da cadeia parecem significativas, podendo atingir os 15 milhões de toneladas.

Nota: Os riolitos ricos em perlites podem ser objecto de exploração, uma vez que estas estruturas vitrificadas globulares constituem recurso importante devido às suas propriedades expansivas, utilizadas em construção civil, indústria eléctrica como isolador, na agricultura e outras indústrias. A ocorrência mais importante situa-se na Serra Muguene, a sul de Boane, onde as reservas podem atingir 1 milhão de toneladas. São ainda conhecidas ocorrências em Ressano Garcia, Sábié, Massingir e Bongo (no vale do Rio Zambeze, a SE de Doa).

3. Fosfatos

Os fosfatos são maioritariamente utilizados como fertilizantes para a agricultura, actividade que consome cerca de 90% da produção mundial. A principal fonte de fósforo é o mineral apatite, um fosfato complexo de fósforo, cálcio, flúor, cloro e água. Ocorre em rochas magmáticas de composição alcalina, em rochas metamórficas e, também, em rochas sedimentares. Neste último caso toma a designação de fosforite, uma mistura isomórfica complexa com estrutura amorfa, que constitui o cimento de arenitos, por vezes com conchas, mas também em oólitos e em concreções.

A condição fundamental para a exploração dos fosfatos é a de que a concentração em óxido de fósforo (P_2O_5) seja superior a 20% (quando constitui sub-produto de outras explorações pode ter conteúdo mais baixo). Cerca de 85% dos fosfatos usados na indústria são de origem sedimentar.

Os fosfatos podem aplicar-se directamente na agricultura, mas a sua rentabilidade aumenta muito quando transformados em superfosfatos, por reacção com o ácido sulfúrico. Outra variedade é o termofosfato, que resulta do aquecimento da matéria-prima original em fornos eléctricos, processo este que produz o elemento químico fósforo (P) quase puro, posteriormente transformado em ácido fosfórico.

Uma terceira fonte de fosfatos é o guano, que resulta da acumulação de excrementos de aves e morcegos em cavernas.

Além da sua aplicação na agricultura, os fosfatos também são utilizados em várias indústrias, designadamente alimentos, detergentes, bebidas, etc.

3.1. Recursos Moçambicanos em Fosfatos

Os recursos potencialmente mais importantes situam-se em Evate, na estrutura de Monapo, entre Nampula e Nacala, e no Monte Muambe, na margem norte do Rio Zambeze, cerca de 30 km a NW de Tete (Afonso e Marques, 1993; Andrade *et al.*, 1995; Pekkala *et al.*, 2008).

No jazigo de Evate (figura 4), a apatite ocorre associada à estrutura carbonatítica de Monapo, em corpos lenticulares intercalados em gnaisses do Proterozóico. A apatite vem acompanhada de magnetite, olivina, flogopite, grafite e muitos outros componentes menores. A génese da apatite também parece estar ligada a fluidos enriquecidos em fósforo, que terão circulado através de falhas profundas existentes na área. São apontadas cerca de 155 milhões de toneladas de reservas de apatite com teores de 9%. As reservas de ferro são pouco significativas, cerca de 3 milhões. Note-se que, neste jazigo, também ocorre a grafite que, contudo, tem pouco potencial para exploração.

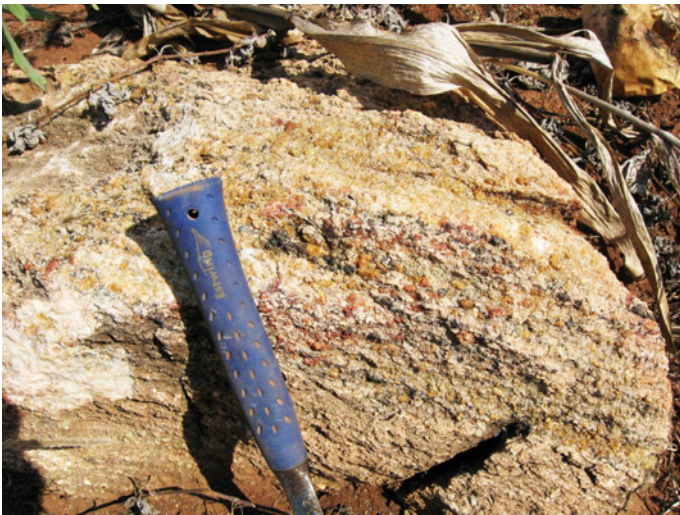


Figura 4. Apatite (grãos a vermelho) em carbonatos da estrutura de Monapo. *Fotografia de João Marques.*

O depósito do Monte Muambe consiste em mármore enriquecidos em leitos estratiformes de magnetite e apatite. A apatite terá sido resultante da reacção de fluidos ricos em fósforo e ferro, provenientes dos magmas que originaram a Suite Básica de Tete, com os mármore do Precâmbrico. Os teores em P_2O_5 são baixos (cerca de 5%) e os de magnetite são variáveis, podendo atingir 63% de ferro. Existem importantes depósitos de eluviões, que conjuntamente com os depósitos primários podem atingir reservas de 17,3 milhões de toneladas de ferro e 4 milhões de toneladas de P_2O_5 . Estas reservas podem ser substancialmente aumentadas através da pesquisa regional, nomeadamente no Monte Fema, na margem sul do Rio Zambeze (estudos em curso pela empresa VALE Moçambique, Lda.).

A apatite também ocorre associada a carbonatitos (montes Xiluvo, Muambe, Cone Negose) mas as concentrações em P_2O_5 são sempre muito baixas. Só terão algum interesse quando a exploração for combinada com a de outros minerais, particularmente os das terras raras.

Fosfatos na forma sedimentar são conhecidos em Magude, associados a glauconite, e em rochas carbonatadas das formações Grudja (Paleocénico), Cheringoma (Eocénico) e Jofane (Miocénico), todavia com potencial pouco conhecido.

Finalmente, são explorados depósitos de guano, a nível artesanal, em cavernas existentes nas formações carbonatadas da Formação de Jofane a NW de Vilankulos e na Formação de Cheringoma, perto de Buzi e em Cheringoma.

4. Calcários e Mármore

Os calcários são rochas carbonatadas, constituindo a principal fonte de carbonato de cálcio, um dos produtos minerais mais utilizados pelo homem, a par das argilas. A maior parte destas rochas tem origem sedimentar, depositadas em mares quentes pouco profundos, e também em lagos e lagoas. Por transformação metamórfica evoluem para mármore. Há ainda carbonatos de origem magmática, associados a estruturas geológicas circulares do tipo dos carbonatitos, mas a sua percentagem em relação aos anteriores é reduzida.

Como rochas sedimentares, os calcários têm composição muito variada, dependendo do meio ambiente em que se depositaram. Além da calcite, o mineral mais comum, podem conter dolomite (carbonato de magnésio), quartzo, matéria orgânica, e, eventualmente, muitas outras variedades de carbonatos, incluindo aragonite nos calcários fossilíferos. Quando a percentagem de dolomite é superior à da calcite, a rocha passa a designar-se por calcário dolomítico.

A calcite, quando pura e de elevada qualidade (95-98% de $CaCO_3$) tem larga utilização na indústria, nomeadamente entre outras aplicações: indústria do papel e tintas, onde substitui o caulino; indústria de plásticos e de poliéster, com grande aplicação na indústria automóvel; pvc, em tubos, condutas, moldes, em fundições de aço e

de alumina; indústria cerâmica e do vidro; tratamento de águas; refinação de açúcar; corrector de solos; indústrias alimentares, etc. Na indústria da construção civil, é utilizado para o fabrico de cal, para placas de revestimento em edifícios, e como rocha ornamental. Além disso, o calcário, associado a argilas, é o principal produto mineral utilizado na indústria do cimento. Quando mais impuro, o calcário pode ser usado como brita.

O mármore é a variedade metamórfica dos calcários sedimentares. Existem muitas variedades de mármore, cujas características dependem, em geral, da composição original da rocha sedimentar, que determina a quantidade de impurezas, e também do grau de metamorfismo. Além da textura, a cor é uma das características mais importantes, sendo os mármore brancos e negros os mais requisitados. Os mármore são recursos geológicos de elevado valor, em particular devido à sua utilização como rocha ornamental na indústria da construção civil, monumentos, estatuária, etc.

Os calcários de origem magmática (carbonatitos) são utilizados na construção civil, para brita, cal e como correctores de solos para fins agrícolas.

4.1. Recursos Moçambicanos em Calcários e Mármore

Na Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos faz-se referência a vinte e dois locais onde ocorrem calcários e oito locais com mármore.

As maiores reservas de calcários sedimentares estão associadas a formações geológicas da Era Cenozóica, sendo as mais importantes: a Formação de Salamanga (com reservas superiores a 1 bilião de toneladas) que abastece a fábrica de cimento da Matola, perto de Maputo; a Formação de Jofane, com larga expressão entre Inhambane e Vilankulos, em parte coberta por areias eólicas e com reservas de vários biliões de toneladas; a Formação de Cheringoma, na região NW da Província de Sofala, com extensão aflorante superior a 100 km, entre Muanza e Inhaminga, e também na região de Buzi. Estes calcários, com reservas enormes, não calculadas, chegaram a alimentar a fábrica de cimento do Dondo, com exploração suspensa durante a guerra, por inutilização do caminho-de-ferro, esperando-se que a exploração seja retomada na sequência da reabilitação da via-férrea. Há ainda ocorrências de calcários noutros locais, de que se destacam os calcários corálicos do Quaternário da região de Nacala, que abastecem as fábricas de cimento locais, e os calcários do Período Jurássico das regiões de Pemba e Mocimboa da Praia. Salvo estudos locais, o conhecimento existente sobre o potencial destes recursos geológicos é ainda muito limitado. Muitos destes calcários, para além do seu uso tradicional para cimento e cal, podem ter características susceptíveis de serem explorados como rocha ornamental ou outros fins.

Nota: A fábrica de cimentos do Dondo, em actividade, usa matéria-prima (calcário) explorada na pedreira de Muanza.

Os mármore representam um recurso geológico de elevado potencial, pois ocorrem em numerosos locais, sempre associados a rochas do soco precâmbrico (Afonso e Marques, 1993). Os jazigos mais conhecidos são os de Montepuez (figuras 5A e 5B), situados a cerca de 5 km a oeste desta vila, ocupando uma faixa com 25 km de comprimento e largura variável, de 100 a 1 500 m. Estão encaixados em gnaisses e anfíbolitos. Além da calcite e dolomite, estes mármore podem conter quartzo, feldspato e sulfuretos. Intercaladas nos mármore há lenticulas de quartzito, xisto e outras rochas, o que prejudica a exploração, feita até à actualidade de modo intermitente. As reservas são da ordem dos 30 milhões de m³. A variedade mais comum é o mármore branco, sacaróide, mas há também mármore cinzento.

Além dos mármore de Montepuez, há ainda muitas outras ocorrências conhecidas. Apontam-se aqui três, situadas perto de áreas de consumo ou exportação: jazigo de Netia, a 20 km de Nacala, com reservas de 50 milhões de m³; o jazigo de Metolola, no distrito de Morrumbala, com reservas não calculadas mas seguramente muito importantes, com a vantagem de ocuparem elevações que facilitam a exploração e poderem ser exportados por via fluvial para o porto de Chinde; o jazigo de Matema, a 40 km de Tete, com utilização na construção civil da cidade.

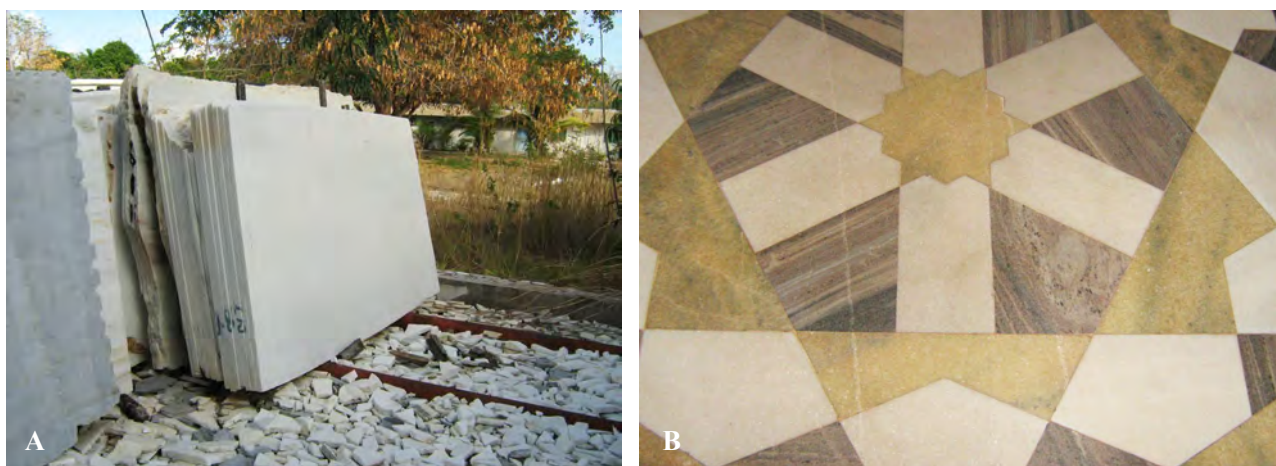


Figura 5. Mármore de Montepuez em bruto (A) e já transformados para uso (B). *Fotografias de Maurizio Ferrara.*

5. Outras Rochas Ornamentais

Para além dos mármore, predominantemente utilizados como rocha ornamental, faz-se aqui referência a outros tipos de rocha ornamental, de que Moçambique tem elevado potencial, só não mais explorados pelo pouco desenvolvimento das vias de comunicação, designadamente estradas e caminho-de-ferro (Afonso e Marques, 1993; Lachelt, 2004).

Há muitas variedades de granito com potencial de que se destacam: os *granitos negros* (designação comercial atribuída a dioritos e gabros) de Gondola, com 2 milhões de m³ de reservas e de Memba, a Norte de Nacala, com 378 milhões de m³ de reservas; os *granitos vermelhos* de Meponda, a 64 km de Lichinga, com 6 milhões de m³ de reservas; os *granitos claros* (granitos e granodioritos) com reservas ilimitadas, em geral associados a *inselbergen*.

Merecem destaque especial, pela excelente qualidade de rocha ornamental que deles pode derivar, os *anortositos* da Suite Gabro - Anortositica de Tete, susceptíveis de exploração em Moatize e Chipera; os *lamboanitos*, originalmente migmatitos de cor cinzenta e laivos esverdeados, com reservas conhecidas de 15 milhões de toneladas, que produzem rocha ornamental de grande valor, o qual é acrescido pelo facto do jazigo se encontrar a cerca de 40 km a oeste do porto de Nacala.

6. Referências bibliográficas

- Afonso, R. S., Marques, J. M., 1993. *Recursos Minerais da República de Moçambique: contribuição para o seu conhecimento*. Instituto de Investigação Científica e Tropical, Lisboa e Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Andrade, A. S., Araújo, J. R., Pinto, M. S., Marques, J. M., Lachelt, S., Ferrara, M., Oberreuter, P., Branco, M. F., 1995. *Notícia Explicativa da Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos, escala 1:1 000 000*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Cilek, V., 1989. *Industrial Minerals of Mozambique*. Czech Geological Survey, Prague.
- Lachelt, S., 2004. *Geology and Mineral Resources of Mozambique*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Ledder, H., com colaboração de Marques, J. M., Garcia, R. S., Cilek, V., Oliveira, J. T., Muianga, A., 1993. *Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos, escala 1:1 000 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto para a Cooperação Económica, de Portugal.
- Pekkala, Y., Kuivasaari, T., Gonçalves, R., Deus, M., Chauque, F., Almeida, C., 2008. Review of Industrial Minerals in Mozambique. In: Pekkala, Y., Letho, T., Makitie, H., 2008-GTK Consortium Geological Surveys in Mozambique 2002-2007. Geological Survey of Finland.
- Velho, J., Gomes, C., Romariz, C., 1998. *Minerais Industriais: geologia, propriedades, tratamentos, aplicações, especificações, produções e mercados*. Gráfica de Coimbra, Lda.



Monte Xiluvo - carbonatito de idade cretácica. *Fotografia de Ruben Dias.*

Um pouco da História Geológica de Moçambique

à luz da Carta Tectónica

José Tomás Oliveira

1. O que é uma Carta Tectónica?

A Carta Tectónica de uma dada região é um documento, em formato cartográfico, onde são registadas as principais transformações que as rochas sofreram, desde a sua formação. Essas transformações estão intimamente relacionadas com as três variáveis que sempre condicionaram a história da Terra, isto é, Pressão (ou Tensão), Temperatura e Tempo. Quando a Tensão é dominante geram-se falhas e dobras, a várias escalas, que são responsáveis pela formação das cadeias montanhosas. Em conjugação com a Temperatura provoca modificações na composição dos minerais que constituem as rochas, processo este conhecido por metamorfismo. Se este processo decorrer durante muito tempo (milhões de anos) pode-se traçar a história da evolução metamórfica.

Ainda relacionada com o Tempo Geológico está a Idade que as rochas possuem, desde o momento da sua formação. Há várias maneiras de calcular essa Idade, sendo as mais utilizadas a que usa o estudo da evolução da vida, preservada nas rochas através das Espécies Fósseis, e a que recorre a Métodos Radioactivos sofisticados. A determinação dessa idade é uma das principais tarefas que os geólogos executam.

As rochas que têm composição semelhante, ou que foram geradas no mesmo ambiente geológico, são agrupadas em unidades, que os geólogos designam por Formações. Quando se comparam as idades das Formações, é possível hierarquizá-las no espaço e no tempo, constituindo-se assim uma Sucessão Estratigráfica. Da elaboração de milhares de sucessões estratigráficas em todo o Mundo, e da comparação das respectivas idades, resultou a Tabela Estratigráfica Global, que é a tabela de referência utilizada pelos geocientistas para descreverem a História da Evolução da Terra e, em consequência, para localizarem os fantásticos recursos que disponibiliza para todos os seres vivos que a habitam.

A Tabela Estratigráfica Global está hierarquizada em função do tempo (Éons, Eras, Períodos, Épocas, Idades) e em função das sucessões estratigráficas formadas durante esse tempo (Eonotemas, Eratemas, Sistemas, Séries, Andares). Trata-se de uma terminologia muito específica das Ciências Geológicas, que nem sempre é bem compreendida. Modernamente, existe a tendência para se atribuírem valores numéricos à idade das rochas, baseados nos processos radioactivos, a que se chama Idade Absoluta das rochas.

A Terra tem aproximadamente 4 600 milhões de anos (Ma).

2. Alguns acontecimentos geológicos que estruturaram o território de Moçambique

2.1. Considerações Gerais

Tendo como ponto de partida a Carta Tectónica de Moçambique, na escala 1:2 000 000, edição de 2001, compilada por João Marques e Maurizio Ferrara e o livro de Lachelt (2004), abordam-se em linhas gerais alguns períodos da evolução geológica do território, com ênfase nos eventos considerados mais relevantes. Antes de tratarmos deste assunto, torna-se necessário fazer a abordagem muito simplificada de quatro conceitos fundamentais para a compreensão da história geológica da Terra, em particular do Continente Africano.

Tectónica de Placas

Esta popular teoria científica é tida por muitos cientistas como o verdadeiro paradigma que permite explicar a história da Terra. A teoria da Tectónica de Placas baseia-se na existência de blocos rígidos da Litosfera, constituída por Crusta Terrestre e parte do Manto, que se deslocam sobre a Astenosfera, parte do manto superior com comportamento visco-elástico. O motor deste movimento é habitualmente atribuído à existência de correntes de

convexão geradas a partir da dissipação do calor proveniente do manto. Estes blocos têm espessuras que variam de 200 km, nos continentes, a 100 km, nos oceanos. As placas relacionam-se entre si através de três tipos de fronteiras: divergentes, situadas na crista média dos oceanos, onde é gerada a litosfera oceânica basáltica, que vai sucessivamente sendo afastada desta crista, arrefecendo e tornando-se mais densa e espessa; fronteiras convergentes onde a litosfera oceânica fria e densa se mete por baixo da placa continental, menos densa, através do mecanismo conhecido por subducção; fronteiras transformantes, onde apesar de haver movimento lateral das placas, a sua distância relativa na crista média mantém-se constante. As zonas de subducção coincidem com grandes depressões na margem dos continentes, sendo também locais onde ocorre intenso vulcanismo e sismicidade, assim como cadeias montanhosas. Contudo, as maiores cadeias montanhosas da história da Terra resultaram da colisão entre placas continentais, após o total consumo das placas oceânicas existentes entre elas.

Cratões

Um desses conceitos refere-se ao Cratão ou Escudo, uma extensa porção da crosta terrestre, com área que varia de centenas de milhar a milhões de km², cujas rochas que o integram se mantiveram estabilizadas, sem transformações geológicas significativas, desde há aproximadamente 2,5 mil milhões de anos (2,5 Giga anos (Ga)). Na história geológica da Terra foram identificados vários cratões, entre os quais os Cratões de Kaapval, Zimbabwe, Congo e Tanzânia, na parte sul do actual Continente Africano (figura 6). Todos estes cratões apresentam duas particularidades que durante muito tempo foram objecto de muita discussão. São elas: a) o facto da sua estrutura interna ser constituída por um substrato com rochas graníticas e gnaissicas, com idades do Arcaico (4,0-2,5 Ga), sobre as quais se desenvolveram, em discordância, complexos metavulcano-sedimentares em que alternam rochas máficas (únicas no registo geológico, designadas por komatiitos) e rochas metasedimentares, conhecidos por Faixas de Rochas Verdes (*Greenstone Belts*), com idades compreendidas entre os 2,9 e os 2,5 Ga (Arcaico superior a Proterozóico); b) o facto de todos estarem rodeados por cinturões (ou faixas) tectonicamente muito deformados. A moderna tendência para se justificar a existência dos cratões é associá-los à gênese das primeiras placas litosféricas geradas na Terra, sendo que a cratonização se terá desenvolvido em sucessivos episódios de amalgamação entre terrenos de menores dimensões. Por sua vez, os cinturões deformados representam cadeias orogénicas resultantes de processos colisionais entre os cratões após fecho de oceanos que terão existido entre eles, num estilo geodinâmico semelhante ao que é hoje aceite para a formação das cadeias orogénicas fanerozóicas.

Muitos autores defendem que a formação dos supercontinentes obedeceu a uma certa ciclicidade, da ordem dos 450 Ma.

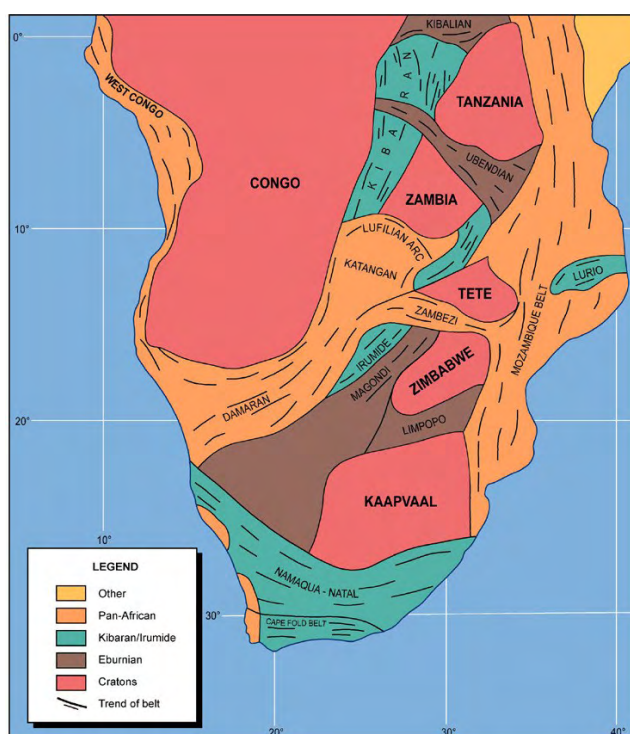


Figura 6. Distribuição dos cratões e cinturões orogénicos na África (<http://www.zambia-mining.com/geology.html>).

Riftogénese

A riftogénese consiste num conjunto de processos geológicos que conduzem a que a litosfera seja estirada provocando o aparecimento de falhas de grande extensão e profundidade ao longo das quais ocorrem abatimentos de blocos. A estrutura tectónica resultante designa-se por *Graben*, quando o bloco abatido é limitado por duas falhas normais, ou *semi-Graben* quando o bloco abatido é limitado por uma única falha. Ao bloco que fica elevado dá-se o nome de *Horst*. Quando o bloco abatido tem largura de dezenas ou mesmo centenas de quilómetros podem ocorrer várias falhas de abatimento, a estrutura passa a designar-se por *Rift*, e a depressão resultante é designada por Vale de Rife. É comum, embora nem sempre aconteça, que no vale de rife ocorra vulcanismo. Os riftes desenvolvem-se tanto em áreas continentais como oceânicas, sendo neste último caso o Rife da Crista Média o local onde se dá a expansão dos fundos oceânicos. Os processos de riftogénese afectaram o que é hoje o território moçambicano desde o Jurássico Superior, são responsáveis pela fragmentação do Continente Gondwana e consequente abertura do Oceano Índico a partir do Cretácico Inferior, e são estruturas geologicamente activas, nomeadamente no Sistema do Rife da África Oriental, que tem continuidade em Moçambique.

Supercontinentes

São grandes massas crustais que resultam da amalgamação de continentes ou de cratões.

Discute-se muito, actualmente, sobre a existência e génese destes supercontinentes, ao longo da história da Terra. A sua identificação baseia-se nas reconstruções paleogeográficas que se servem de informação variada, desde a migração dos pólos magnéticos (um artifício, porque o que na realidade se move são os continentes), às associações faunísticas e florísticas comuns, às glaciações, à continuidade de grandes estruturas geológicas de uns continentes para os outros, etc. São vários os supercontinentes propostos, sendo os mais conhecidos os Supercontinentes Pangea (300-250 Ma; figura 7A) e Rodinia (1,1Ga-750 Ma; figura 7B). O Supercontinente Rodinia resultou da amalgamação de terrenos e cratões após colisões entre si que originaram várias cadeias orogénicas, a mais conhecida das quais é a grande Orogenia Greenville (1,2-1,0 Ga) conhecida no Canadá e nos Estados Unidos da América. O Cinturão Orogénico Moçambicano, de que trataremos adiante, está de algum modo associado a esta amalgamação.

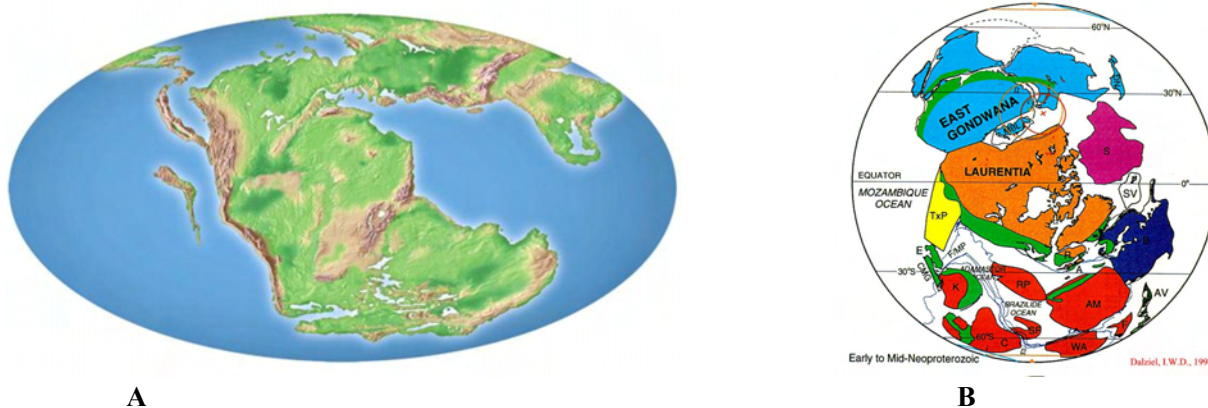


Figura 7. Paleogeografia dos Supercontinentes Pangea (A) e Rodinia (B). A figura A é um trabalho de Mikkel Juul Jensen/ Bonnier Publications/SPL, e a B é de Dalziel, I.W.D. (1997).

O Continente Gondwana, que além da África e América do Sul integrava a Antártida, Austrália, Índia, Ilhas Madagáscar e Ceilão (figura 7A), começou a fracturar-se a NW, por volta de 550 Ma, de que resultou a abertura de novos oceanos (Iapetus, Rheic e outros). O fecho destes oceanos e os processos colisionais associados conduziram à geração das cadeias orogénicas do Paleozóico, entre os Períodos Devónico e Pérmico, e à amalgamação dos continentes Gondwana e Laurasia (conjunto da América do Norte e Eurásia, figura 7A) para se formar o Supercontinente Pangea.

2.2. Quais são e onde se situam as rochas mais antigas de Moçambique?

As rochas mais antigas de Moçambique situam-se na região de Manica e estão indicadas na Carta Tectónica com o símbolo Ar1. As designações de Bulawayano e Sebakwiano para as unidades orogénicas resultam da correlação que tem sido feita com unidades semelhantes com estas designações, que ocupam vastas áreas no Cratão do Zimbabwe. Na Carta Geológica de Moçambique, edição de 2008, estas unidades são integradas no Grupo de Manica constituído pelas Formações de Macequece e de Vengo (figura 8). A Formação de Macequece é constituída por rochas ultrabásicas (peridotitos, serpentinitos), básicas (basaltos) e ácidas (riolitos, tufos), metamorfizadas, que alternam com rochas metasedimentares (quartzitos, itabiritos (BIFS), conglomerados). Em inconformidade erosiva sobre a Formação de Macequece ocorre a Formação de Vengo, com características metasedimentares dominantes (conglomerados, arenitos, xistos argilosos). Por comparação com as sucessões equivalentes do Cratão do Zimbabwe, a idade destas rochas está compreendida entre 2,8 e 2,5 Ga (Neo-arcaico). No seu conjunto definem a Faixa de Rochas Verdes de Ódzi-Mutare-Manica. A designação de Rochas Verdes resulta de estarem metamorfizadas no que se designa por Fácies Metamórfica dos Xistos Verdes.

A envolver o Sinclinal de Manica ocorrem rochas graníticas, também consideradas de idade neo-arcaica.

De todo o território moçambicano, as rochas mais antigas são, contudo, granodioritos deformados que ocorrem também na região, cerca de 3 km a leste da vila de Manica. Representam, provavelmente, o substrato local do cratão, preservado após erosão (figura 8).

Nota histórica

A região de Manica é bem conhecida pela sua riqueza em ouro, que aqui se extrai desde há séculos até à actualidade, tanto em filões como em aluviões do Rio Révuè e adjacentes (figura 9).

Quando da chegada dos portugueses à antiga cidade e porto de Sofala, em 1502, estes tomaram conhecimento de que aqui funcionava um entreposto para venda do ouro proveniente do Império de Monomotapa, que ocupava vastas áreas dos actuais Zimbabwe e Moçambique, entre os rios Zambeze e Limpopo. O entreposto era governado pelo Sultão Isuf, que pagava tributo ao Rei de Monomotapa e com quem os portugueses negociaram a instalação de um forte. A partir daqui terão enviado para o interior do território os seus primeiros exploradores, designados por sertanejos. O Reino de Manica, na altura integrado no Império do Monomotapa, terá sido alcançado pelos exploradores seguindo o curso do Rio Buzi. Na sequência das informações obtidas foram estabelecidos os primeiros contactos com o Rei, que chegou a ser baptizado pelo jesuíta Gonçalo da Silveira, em finais de 1560. Este último veio a ser morto três meses após esta conversão, por intriga conduzida por árabes influentes. Como vingança por este acto, os portugueses organizaram uma expedição, em 1568, composta por 1 000 homens comandados por Francisco Barreto, que deveria atingir a capital do império. A expedição fracassou, mas a partir de

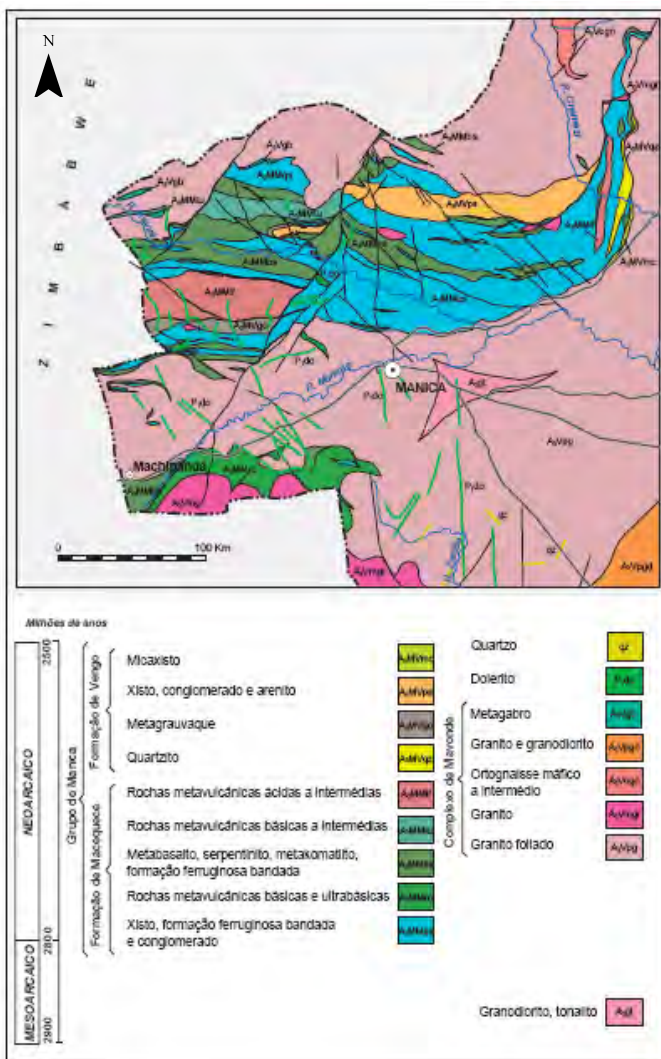


Figura 8. Geologia do Sinclinal de Manica (adaptada da Carta Geológica de Moçambique, escala 1:1 000 000, 2008).

1572 foram feitos negócios e estabelecidos acordos com o Império através de prazeiros, portugueses autorizados a possuir entrepostos para comércio no interior do império. Lutas sucessórias entre reinos que integravam o império, a invasão do povo Rozwi que dominou a parte leste do império até princípios do século XVIII, e a influência dos portugueses, enfraqueceram o império, que foi sucessivamente perdendo importância e ficando com área mais reduzida, até ser parcialmente integrado em Moçambique, em 1917, na sequência da morte do último Rei Mambo Chioko, numa batalha com as forças portuguesas.

O domínio do negócio do ouro do Monomotapa foi, sem dúvida, uma das razões que levaram os portugueses a explorarem o interior africano, na expectativa de encontrarem as míticas minas do Rei Salomão, referidas na Bíblia, e que se dizia estarem situadas no Reino do Monomotapa (fonte: em parte adaptado de wikipedia.org/wiki/kingdom/Mutapa, 2011).



Figura 9. Hoje, como há séculos, a pesquisa artesanal de ouro nos rios continua a ser um meio de vida.
Fotografia de João Marques.

2.3. O que é a Cadeia Orogénica Moçambicana?

A designação da Cadeia Orogénica Moçambicana foi introduzida por Holmes (1944) que admitiu estar esta cadeia representada desde a Arábia Saudita até à Antártida (uma nota histórica para salientar que este famoso geólogo, um dos maiores do século XX, iniciou a sua carreira profissional em Moçambique, em 1911). Desde então a sua interpretação tem sido objecto de numerosas e distintas investigações, e ainda hoje se mantém controversa.

Na Carta Tectónica de Moçambique, edição de 2001, estão identificados dois ciclos orogénicos, Moçambicano-Luriano e Pan-Africano, que representam cerca de 90% do soco Pré-câmbrico de Moçambique. O Ciclo Moçambicano-Luriano vem sublinhado por numerosas determinações de idade absoluta, constantes da carta, que circunscrevem a idade das rochas a ele pertencentes entre os 1 100 e os 800 Ma, idades estas comparáveis às da Orogenia Greenville identificada no Continente Norte Americano. Este esquema clássico permite inferir que o actual soco Pré-câmbrico de Moçambique fez parte outrora de uma Cadeia Orogénica que bordejava o Supercontinente Rodinia.

Por sua vez, o Ciclo Pan-Africano está representado por rochas intrusivas (Afonso *et al.*, 1998), maioritariamente graníticas e algumas sieníticas, com idades entre 600 e 550 Ma. Este ciclo tem expressão geográfica sobreposta à do Ciclo Moçambicano e daí dizer-se que terá resultado da remobilização desta cadeia. Os mesmos autores admitem ainda a existência de conjuntos ígneos pós pan-africanos, em corpos circulares ou filonianos, de idade compreendida entre 500 e 400 Ma, constituídos por granitos, sienitos, monzonitos, gabros, noritos e pegmatitos.

Modernamente, admite-se que da ruptura do Supercontinente Rodinia, entre 800 e 650 Ma, terão resultado novos blocos continentais que vieram novamente a colidir entre si. Da colisão entre os blocos que integravam os Cratões do Sahara, Congo e Kalahari, a oeste, com os blocos da Arábia, Índia, Madagáscar e parte da Antártida, a leste, resultou a Cadeia Orogénica da África Oriental, designação mais apropriada para Moçambique (Kroner e Stern, 2004, figura 10).

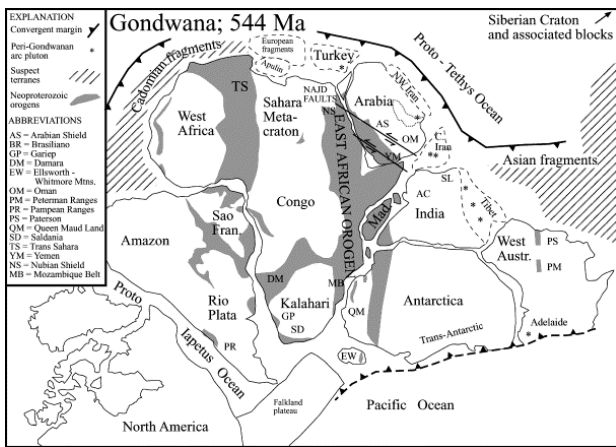


Figura 10. Paleogeografia do Supercontinente Gondwana e localização da Cadeia Orogénica Leste Africana, onde se integrava parte do actual território de Moçambique (adaptada de Kroner e Stern, 2004).

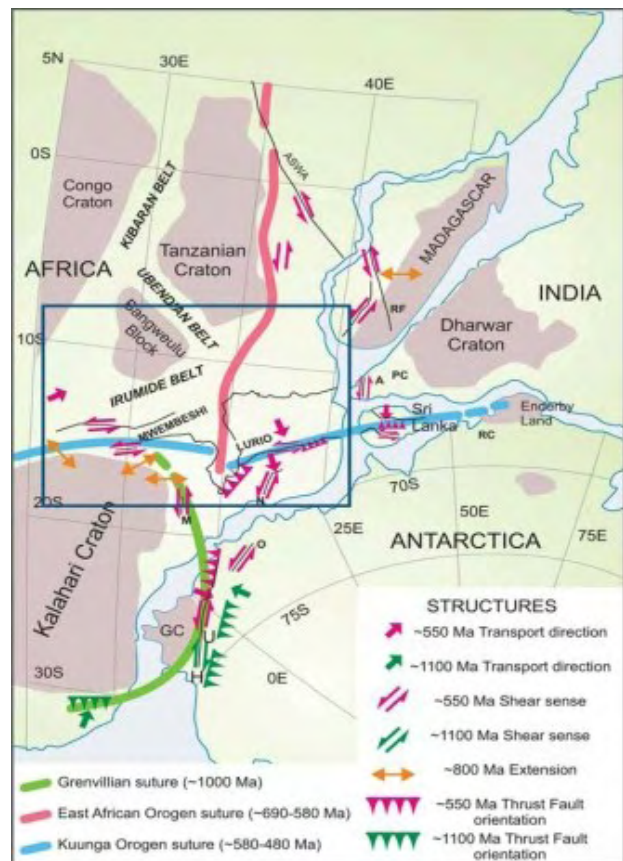


Figura 11. Paleogeografia do Supercontinente Gondwana (adaptado de Westerhof *et al.*, 2008).

Esta interpretação não é consensual, como prova a que foi recentemente feita por Westerhof *et al.*, 2008, onde se sugere que a génese da Cadeia da África Oriental é mais complexa e terá resultado da colisão entre três continentes pré-gondwânicos (figura 11). O modelo assume a existência de três placas continentais: Gondwana Oriental, que incluía a Índia, Sri Lanka, Madagáscar e África Oriental; Gondwana Ocidental onde se situavam os Cratões do Congo, Tanzânia e Bangweulu; Gondwana Meridional, onde se situava a Antártica e o Cratão do Kalahari, previamente amalgamados durante a Orogenia Greenville. As placas Gondwana Oriental e Ocidental colidiram entre si originando a Cadeia Orogénica da África Oriental (sutura indicada a vermelho, figura 11). Estas placas amalgamadas colidiram posteriormente com a placa Gondwana Meridional originando a Cadeia Orogénica Kunga (sutura assinalada a azul, figura 11) onde se integra o Cinturão do Lúrio, em Moçambique. Na figura 11 estão ainda assinaladas as principais falhas transcorrentes e a direcção do transporte tectónico.

2.4. As Bacias Carboníferas de Moçambique: como se formaram?

As bacias carboníferas de Moçambique situam-se no vale do Rio Zambeze, as mais importantes, e nas bacias de Metangula, Lugenda e Espungabera, estas últimas ainda mal conhecidas pelo que não serão abordadas neste trabalho (Andrade *et al.*, 1995; Vasconcelos, 2009; Vasconcelos e Achimo, 2010). Estas bacias fazem parte do Supergrupo do Karoo, uma sucessão de sedimentos detríticos encimados por derrames vulcânicos, que na região tipo, na África do Sul, atinge a espessura de 12 km. Esta sucessão estratigráfica está dividida em quatro grandes unidades ou Grupos designados sucessivamente, de baixo para cima, por Dwyka, Ecca, Beauford e Stormberg, designações provenientes da África do Sul. Os Grupos Dwyka e Ecca, que constituem o Karoo Inferior, integram predominantemente sedimentos detríticos enquanto os Grupos Beauford e Stormberg (Karoo Superior) têm natureza vulcano-sedimentar.

O Supergrupo do Karoo depositou-se em numerosas bacias sedimentares que ocupam vastas áreas em toda a África Austral, sendo conhecido desde a Tanzânia à Namíbia. Estas bacias sedimentares correspondem a depressões que se geraram na crosta terrestre, induzidas por subsidência crustal e falhas tectónicas, que se formaram na sequência da fusão da calote glaciária que ocupou toda a África Meridional durante o Período Carbónico (360 a 320 Ma). Estas bacias foram preenchidas por sedimentos transportados por rios e nas suas margens criaram-se condições pantanosas que permitiram a instalação de variada vegetação arbustiva que veio a originar os depósitos

2.5. Quais os acontecimentos geológicos precusores da abertura do Oceano Índico em Moçambique?

As primeiras manifestações da ruptura do Supercontinente Pangea, na sua parte austral, são marcadas pelo extraordinário desenvolvimento de vulcanismo durante o Karoo Superior (Jurássico Superior). Os processos terrestres que despoletaram este vulcanismo são objecto de controvérsia. Não sendo este o local para se entrar nessa discussão, limitamo-nos a citar as duas hipóteses mais correntes: *i)* A hipótese das plumas mantélicas baseia-se na existência de grandes acumulações de calor originárias do contacto entre o Núcleo e o Manto terrestres, a 3 000 km de profundidade, que ao subirem no Manto em condutas verticais assumem a forma final de cogumelos (diapiros na linguagem geológica). Estas condutas de calor, uma vez atingida a base da litosfera, provocam o desenvolvimento de grandes acumulações de magma, que acabará por atingir a superfície originando derrames basálticos de milhares de quilómetros de extensão, também conhecidos por *trapes*; *ii)* a outra hipótese relaciona o vulcanismo com os processos normais da tectónica das placas. Uma vez criadas as condições tectónicas que provoquem distensão da crosta, por mecanismos conhecidos por riftogénese, daí resultarão falhas profundas que acabam por ser as condutas dos magmas originários do manto, provocando grandes derrames vulcânicos à superfície.

Na figura 14 está representado o magmatismo (predominantemente vulcânico) que ocorreu em território moçambicano no Jurássico Inferior. Resulta claro que grande parte da acumulação dessas rochas vulcânicas tem geometria linear, marcada pela Cadeia dos Libombos e sua extensão para o vale do Zambeze, e também a faixa de vulcanismo que ocorre desde a região de Angoche (150 km a SE de Nampula) até Pemba. O facto deste vulcanismo ser bimodal, isto é, com duas componentes dominantes, basaltos e riolitos, e geoquimicamente rico em elementos químicos alcalinos (K, Na), aponta para que a sua génese esteja associada a processos de ruptura crustal, precursores da riftogénese que veio a desenvolver-se a partir dessa altura, indutora da abertura do Oceano Índico. Esta abertura ter-se-á iniciado na actual Bacia do Rovuma, ainda durante o Jurássico Superior, e terá progredido para sul, para a actual Bacia Moçambicana, no Cretácico Inferior.

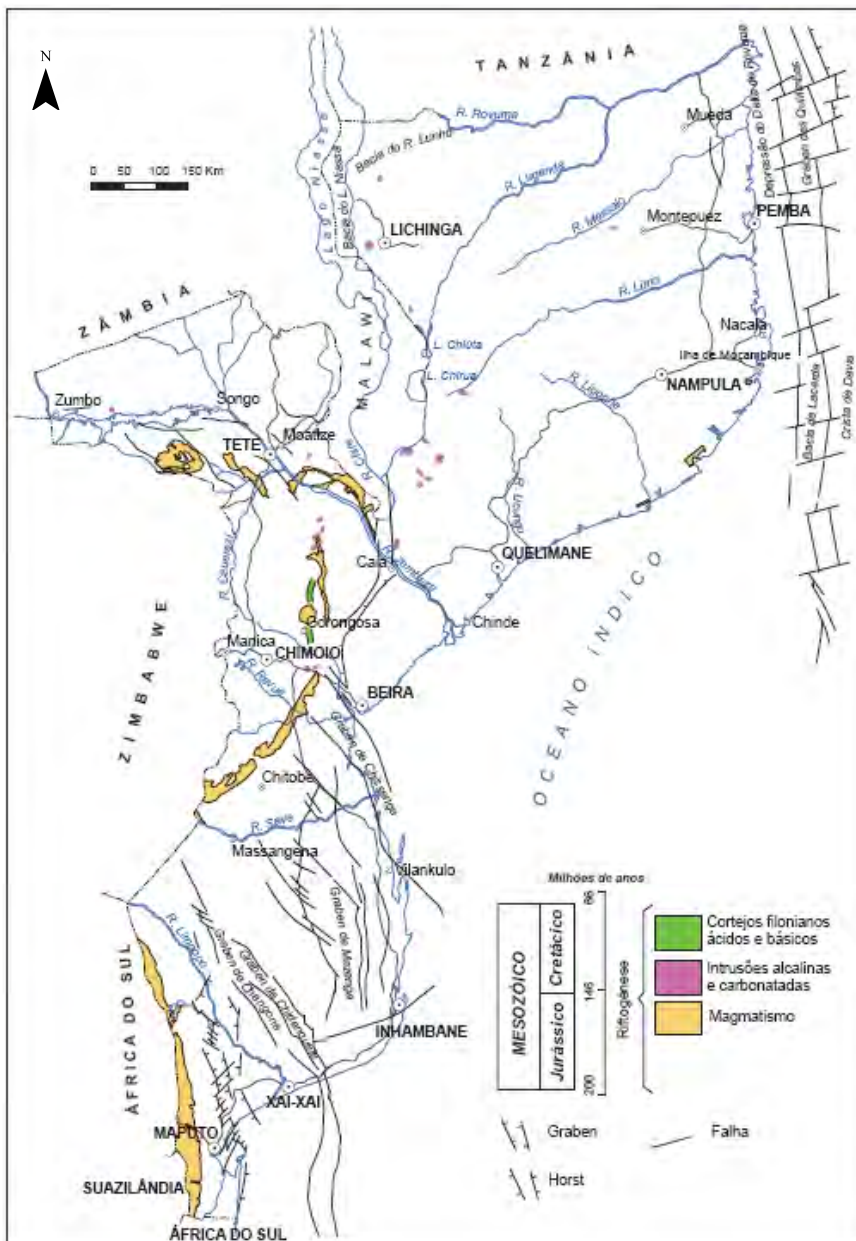


Figura 14. Magmatismo e riftogénese no território moçambicano, a partir do Jurássico Inferior (adaptada da Carta Geológica de Moçambique, escala 1:1 000 000, 2008).

2.6. Riftogénese e sismicidade em Moçambique

Aos riftes abortados da Cadeia de Libombos-Lupata, seguiram-se novos episódios de riftogénese com idade compreendida entre o Cretácico e o Quaternário, que se associam em três grandes grupos (figura 14): a) grupo ocidental, que inclui uma sucessão de *grabens* com orientação próxima de N-S, que se estende do Lago Niassa a Maputo, com os quais estão localmente relacionadas estruturas do tipo carbonatito ou intrusões de rochas alcalinas (sienitos, sienitos nefelínicos); b) grupo oriental, também com orientação N-S, que está representado pelos *grabens* submarinos do NE de Moçambique (*grabens* de Quirimbas e Lacerda) e *horsts* que deram origem às montanhas submarinas de Davies; c) grupo central, actualmente circunscrito ao pequeno *graben* de Lugenda - Macaa Itula, ainda com orientação N-S, perpendicular ao Rio Rovuma. Todas estas estruturas tectónicas estão relacionadas com processos de distensão crustal que estão na génese do conhecido Sistema de Rifte da África Oriental. A este sistema de riftes estão associados sismos frequentes com magnitude variável (Midzi *et al.*, 1999).

O território de Moçambique encontra-se na continuidade deste sistema de riftes (figuras 14 e 15), pelo que o risco sísmico é potencialmente significativo e deve merecer a atenção das autoridades moçambicanas. Em 2006 ocorreu um sismo de magnitude 7,0 (Mw), em Machaze, Província de Manica, numa zona onde se registam pequenos sismos desde 1950 (Feitio *et al.*, 2008, Pule e Saunders, 2009). Este sismo, de grande magnitude, terá provocado 4 mortes e 27 feridos, e devastação em muitas construções tradicionais. Mais recentemente, em 2012, ocorreu um sismo com magnitude 5,0 (Mw), situado a 40 km a NE de Nacala (*USGS report*), provavelmente associado a falha transversal ao *graben* submarino da Bacia de Lacerda. Esta é outra zona onde ocorrem com frequência pequenos sismos.

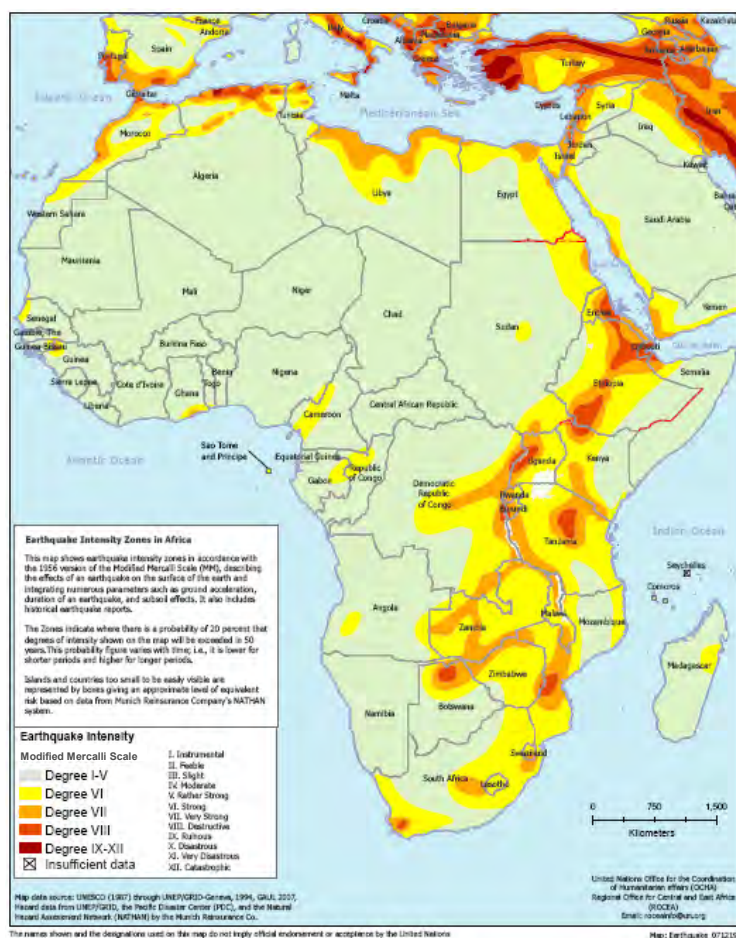


Figura 15. Mapa de zonamento de intensidades sísmicas em África (OCHA Regional Office for Central and East Africa, 2007).

A população de Moçambique é maioritariamente rural, vivendo em casas tradicionais de pau a pique ou adobe, em pequenos aglomerados dispersos. Este tipo de povoamento atenua o risco sísmico, como se verificou em Machaze. Contudo, nas últimas décadas tem-se verificado forte deslocação da população para as cidades, vivendo em bairros desordenados em volta das chamadas “cidades de cimento”. Em caso de ocorrência de sismos de magnitude elevada, além da eventual danificação do edificado urbano em cimento, esta concentração da população constitui um acréscimo no risco sísmico.

3. Referências bibliográficas

- Afonso, R. S., Marques, J. M., Ferrara, M., 1998. *A Evolução Geológica de Moçambique*. Edição conjunta do Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, e da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.
- Andrade, A. S., Araújo, J. R., Pinto, M. S., Marques, J. M., Lachelt, S., Ferrara, M., Oberreuter, P., Branco, M. F., 1995. *Notícia Explicativa da Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos, escala 1:1 000 000*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Catuneanu, O., Hopfner H., Eriksson P. G., Caincross, B., Rubidge, B. S., Smith, R.M.H., Hancox, P.J., 2005. The Karoo basins of South-Central Africa. *Journal of African Earth Sciences*, **43**, 211-253.
- Callaghan, C., 2011. Mozambique Mineral Scan Report. *Trade Market Southern Africa*.
- Dalziel, I. W. D., 1997. Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation. *Geological Society of America Bulletin*, **109**, 16-42.
- Feitio P., Hurukawa, N., Yokoi, T., 2008. Relocation of the Machaze and Lacerda earthquakes in Mozambique and the rupture process of the 2006 Mw 7.0 Machaze earthquake. *IISSE Report*.
- Hartzer, F. J., Manhiça, V. J., Marques, J. M., Grantham, G., Cune, G., Feitio, P., Daudi, E. X., 2008. *Carta Geológica de Moçambique, escala 1:1 000 000*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Holmes, A., 1944. *Principles of Physical Geology*. Thomas Nelson & Sons.
- Kroner, A., Stern, R. J., 2004. *Pan-Africa Orogeny: Encyclopedia of Geology*, vol. 1. Elsevier.
- Lachelt, S., 2004. *Geology and Mineral Resources of Mozambique*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Marques, J. M., Ferrara, M., Oliveira, J. T., Cunha, T., com colaboração de Nogueira, D., Dâmaso, L., Pereira, A., Dâmaso, B., Conjo, J., 2001. *Carta Tectónica de Moçambique, escala 1:2 000 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Midzi, V., Hlatywayo, D. J., Chapola, L. S., Kebede, F., Atakan, K., Lombe, D. K., Turyomurugyendo, G., Tugume, F. A., 1999. Seismic hazard assessment in Eastern and Southern Africa. *Annali Di Geofisica*, **42**, 6, 1067-1083.
- Pule, F., Saunders, I., 2009. Recent seismicity in the Mozambique region and its impact/effects on South Africa. *IIth SAGA biennial technical meeting and exhibition*. Swaziland.
- Vasconcelos, L., 2009. Coal in Mozambique. *3rd Symposium on Gondwana coals. PCURS*, Porto Alegre, Brasil.
- Vasconcelos, L., Achimo, M., 2010. O Carvão em Moçambique. *Ciências Geológicas-Ensino, Investigação e sua História. Geologia das Ex-Colónias de África, Moçambique II*, Cap. II. APG.
- Westerhof A.B. P., Lehtonen M. I., Mäkiti H., Manninen T., Pekkala Y., Gustafsson B., Tahon A., 2008. The Tete-Chipata Belt: a new multiple terrane element from western Mozambique and southern Zambia. *Geological Survey of Finland, Special Paper 48*.

Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique

José Tomás Oliveira

1. Breve Nota Histórica

A decisão de se publicar a Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique ocorreu em 1982, durante a visita de uma delegação da Direcção Geral de Geologia e Minas de Portugal - DGGM, a Maputo, onde se reuniu com uma delegação da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique - DNG. Estas conversações marcam o início da cooperação entre os dois países na Área das Geociências, após a independência de Moçambique. Na sequência desta decisão, o geólogo Hipólito Monteiro, da DGGM, ficou encarregado de realizar um estudo preliminar sobre o estado do conhecimento existente nesta matéria. Contudo, o projecto só teve o seu início oficial em 1987, regido por protocolo tripartido entre a DGGM, o Instituto para a Cooperação Económica - ICE, de Portugal, e a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique - DNG. Um primeiro esboço da carta foi concluído em 1994 e a versão preliminar, em formato digital, foi dada como pronta em 1999. Esta versão preliminar foi apresentada em Maputo, em 2002, durante a cerimónia de apresentação pública dos resultados da cooperação entre os dois países. A primeira edição em papel, na escala 1:2 000 000, ocorreu em 2007.

A preparação desta Carta só foi possível graças à cooperação que foi dada, desde o início, pela Empresa Nacional de Hidrocarbonetos, E. P., de Moçambique, que proporcionou o acesso a documentação variada do seu arquivo, resultante da actividade de prospecção e pesquisa de hidrocarbonetos em Moçambique. Os resultados das perfurações efectuadas no Canal de Moçambique no âmbito do *Deep Sea Drilling Project*, em 1972, foram também de grande utilidade.

O projecto, coordenado pelo geólogo Hipólito Monteiro, contou com a participação e colaboração de vasta equipa, referida na Carta, e proporcionou a realização de estágios de formação profissional a dois geólogos moçambicanos, em Portugal, co-autores da Carta.

2. Introdução à leitura da Carta

A Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique é o primeiro documento publicado no país sobre esta matéria (carta anexa). Nela, o território moçambicano está dividido em duas partes: a Área Emersa correspondente à componente continental do território e a Área Imersa referente à componente oceânica.

2.1. Área Emersa

Na Área Emersa está representada esquematicamente a cartografia geológica das unidades pré-cenozóicas (Soco Proterozóico e Karoo) e das grandes unidades litológicas do Cenozóico, dominadas largamente por sedimentos detríticos arenosos fluvio-deltaicos e dunares. Como informação complementar, inseriram-se as curvas da pluviosidade (em mm), na perspectiva de haver correlação directa entre esta, a erosão e o transporte de sedimentos para o mar.

2.2. Área Imersa

A cartografia da Área Imersa foi elaborada tendo por base duas componentes, morfológica e geológica.

Morfologia

A componente morfológica integra a **plataforma continental**, que ocupa a área desde o litoral até à curva batimétrica dos 200 m; a **vertente continental** entre os 200 m e os 2 500 m; a **rampa continental** entre os 2 500 e os 3 000 m; a **região abissal** para além dos 3 000 m. De salientar ainda a **Cordilheira de Davies**, um imponente relevo submarino com orientação N - S.

A **plataforma continental** é relativamente estreita até ao paralelo 16° de latitude sul, com largura que não

ultrapassa os 4 km junto ao paralelo 14° de latitude sul, sendo aí recortada por vários canhões submarinos. Para sul vai-se sucessivamente alargando até atingir a largura máxima, da ordem dos 130 km, entre os deltas dos rios Zambeze e Save, para voltar a diminuir de largura até ao paralelo 24° de latitude sul, verificando-se a partir daí novo alargamento, particularmente a leste da desembocadura do Rio Limpopo.

A **vertente continental** tem largura cartográfica mínima de 20 km por volta do paralelo 15° de latitude sul e máxima na região sul do território. É recortada pelo rifte oriental constituído por *horsts* e *grabens*, que estão na origem da Cordilheira de Davies e o seu bordo oriental mostra-se muito irregular, provavelmente dissecado por escorregamentos gravíticos.

A **rampa continental**, estreita entre os paralelos 26° e 22° de latitude sul, alarga-se muito para valores compreendidos entre as dezenas e várias centenas de km, desde o paralelo 22° de latitude sul, até ao paralelo 16°, onde volta a diminuir de largura em direcção ao Norte.

A **região abissal** tem a sua máxima expressão na depressão de Moçambique, vasta área situada entre os paralelos 22° e 26° de latitude sul, mas de onde se elevam relevos submarinos que dão origem aos baixios da Índia e Ilha Europa.

Geologia

A cartografia geológica da Área Imersa é fortemente limitada pelo facto do fundo marinho estar, em larga medida, coberto por sedimentos detríticos terrígenos de idade holocénica, sendo os afloramentos rochosos de expressão reduzida, salvo quando relacionados com elevações vulcânicas ou outras. Por essa razão, a informação geológica constante na Carta resulta do conhecimento derivado da realização de sondagens profundas e de perfis de reflexão sísmica (na generalidade efectuados para pesquisa de hidrocarbonetos) ou para estudos enquadrados no projecto *Deep Sea Drilling*, complementados por amostragem no fundo oceânico, por dragagem. Na Carta consta ainda o traçado das linhas isopacas, que exprimem as variações de espessura das sucessões sedimentares, bem como os limites da crosta oceânica e das anomalias magnéticas.

Os aspectos gerais da geologia da Área Imersa e dos depósitos minerais da região costeira são descritos na curta Notícia Explicativa que está inserida na Carta. Em complemento dessa informação, merecem ainda destaque os seguintes aspectos:

– A grande espessura de sedimentos cenozóicos acumulados na plataforma e vertente continentais na região frontal ao Delta do Zambeze, evidenciando estreita relação entre a carga sedimentar transportada pelo rio e a subsidência submarina;

– A geometria em leque submarino dos sedimentos associados ao Canhão de Moçambique, que terá funcionado como conduta da carga sedimentar proveniente do continente. A orientação aproximadamente N-S deste leque é, provavelmente, devida ao efeito de barreira provocado pelas elevações vulcânicas da Cordilheira de Davies;

– A reduzida expressão de sedimentação cretácica, na plataforma continental da região de Xai-Xai, e a presença de rochas vulcânicas do Karoo Superior, evidenciadas em sondagens, sugerindo a existência de altos fundos submarinos já durante o Jurássico Superior;

– A ocorrência de afloramentos vulcânicos, de idade cenozóica, emergindo na vertente continental da região sul da Área Imersa. As condições geodinâmicas que estiveram na origem deste vulcanismo são pouco conhecidas.

3. Referências bibliográficas

Monteiro, J. H., Mamad, A., V., Vieira, F., Mil-Homens, M., Pires, C., Rebêlo, L., com a colaboração de Marques, J., Oberreuter, P., Daudi, E., Cuamba, F., Oliveira, J. T., Pinheiro, L., Teixeira, F., 2007. *Carta Geológica da Margem Continental, escala 1:2 000 000*. Edição digital. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.

Agradeço ao colega Luís Rebêlo a leitura crítica deste texto.

Ilha da Inhaca: património natural a preservar

Luís Pina Rebêlo, José Tomás Oliveira e Adriano Sênvano

1. Nota preliminar

A Ilha da Inhaca localiza-se a leste de Maputo e enquadra-se no prolongamento dos cordões dunares costeiros que bordejam a costa moçambicana desde a Ponta de Ouro à Baía de Maputo. A pequena ilha, com aproximadamente 42 km² de área, tem comprimento máximo de 13 km e largura de 6,5 km, estando separada do continente por um estreito canal, designado de Golada de Santa Maria.

A Ilha é um local emblemático da baía de Maputo, um destino turístico de excelência, visitado por muitos moçambicanos e, mais recentemente, por estrangeiros. Está dotada de um pequeno aeródromo, e um pequeno barco assegura, com alguma irregularidade, a ligação com Maputo. A riqueza natural é esplendorosa, desde as suas praias calmas e não poluídas, aos seus campos dunares, ao coberto vegetal variado, em particular os mangais, à fauna marinha variada com destaque para o nicho de corais no Saco da Inhaca, cujos exemplares estão representados no museu da Estação de Biologia Marinha.

A Ilha está povoada de modo desigual, com a maior parte da população concentrada na sua parte NW, onde se localizam as terras baixas e com melhor capacidade agrícola. Esta é, contudo, uma agricultura de subsistência, centrada quase exclusivamente na exploração de pequenas machambas. A pesca artesanal é uma actividade complementar à agricultura, mas com expressão reduzida. O abastecimento de água à população faz-se principalmente através de poços e alguns furos de captação. O saneamento básico está restrito à área do *resort* existente e as comunicações entre povoados limitam-se a caminhos de terra batida. A qualidade de vida é ainda muito pobre, sendo desejável que se façam esforços no sentido da sua melhoria. Mas esta não deve ser alcançada através do turismo de massas que iria exercer forte perturbação ambiental. Uma boa maneira de se defender este património será declará-lo reserva natural.

A Ilha, predominantemente constituída por areias de duna e de praia, apresenta grande diversidade geológica. A descrição dessa diversidade, com recurso à identificação dos sítios geológicos mais marcantes é o objectivo central deste trabalho.

2. Breve introdução à geologia

A geologia da Ilha da Inhaca está descrita com pormenor na Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1:25 000, e respectiva Notícia Explicativa, de Adriano Sênvano, Luís Rebêlo e João Marques, cuja leitura se sugere (Sênvano *et al.*, 1997). O que se segue constitui um resumo simplificado dos seus principais aspectos.

A ilha apresenta dois relevos alongados, um na sua margem oriental, voltado ao Oceano Índico, e outro na ocidental, voltado à Baía de Maputo. Ambos apresentam orientação aproximada de NNE-SSW e têm origem em cordões dunares. Entre eles, na região central, dispõe-se um relevo mais ondulado e suave (figura 16).

O **Cordão Dunar Oriental** é mais recente e apresenta relevo mais vigoroso, chegando a atingir os 115 m de altura no Monte Inhaca. A face das dunas voltadas ao oceano é bastante inclinada, contribuindo, para o efeito, o denso coberto vegetal existente que contribuiu para a fixação da areia. No entanto, o cordão dunar encontra-se “quebrado” na sua zona central. Esta brecha no relevo costeiro permitiu, e permite, a entrada de areia para o interior da ilha, dando origem à formação de um campo dunar transgressivo, originando relevos alongados, com orientação aproximada NNW-SSE, como resultado dos ventos dominantes. O núcleo deste cordão dunar é constituído por uma sequência de dunas consolidadas, mais visíveis na sua parte norte (*Formação do Cabo Inhaca - QCI*) onde é possível distinguir duas sub-unidades internas: a inferior, mais maciça, e a superior, menos maciça, muito rica em figuras de raízes. Amostras recolhidas nestas dunas consolidadas indicam a idade de 150±24 mil anos para a unidade inferior e 98,2±16 mil anos para a unidade superior (Armitage *et al.*, 2006).

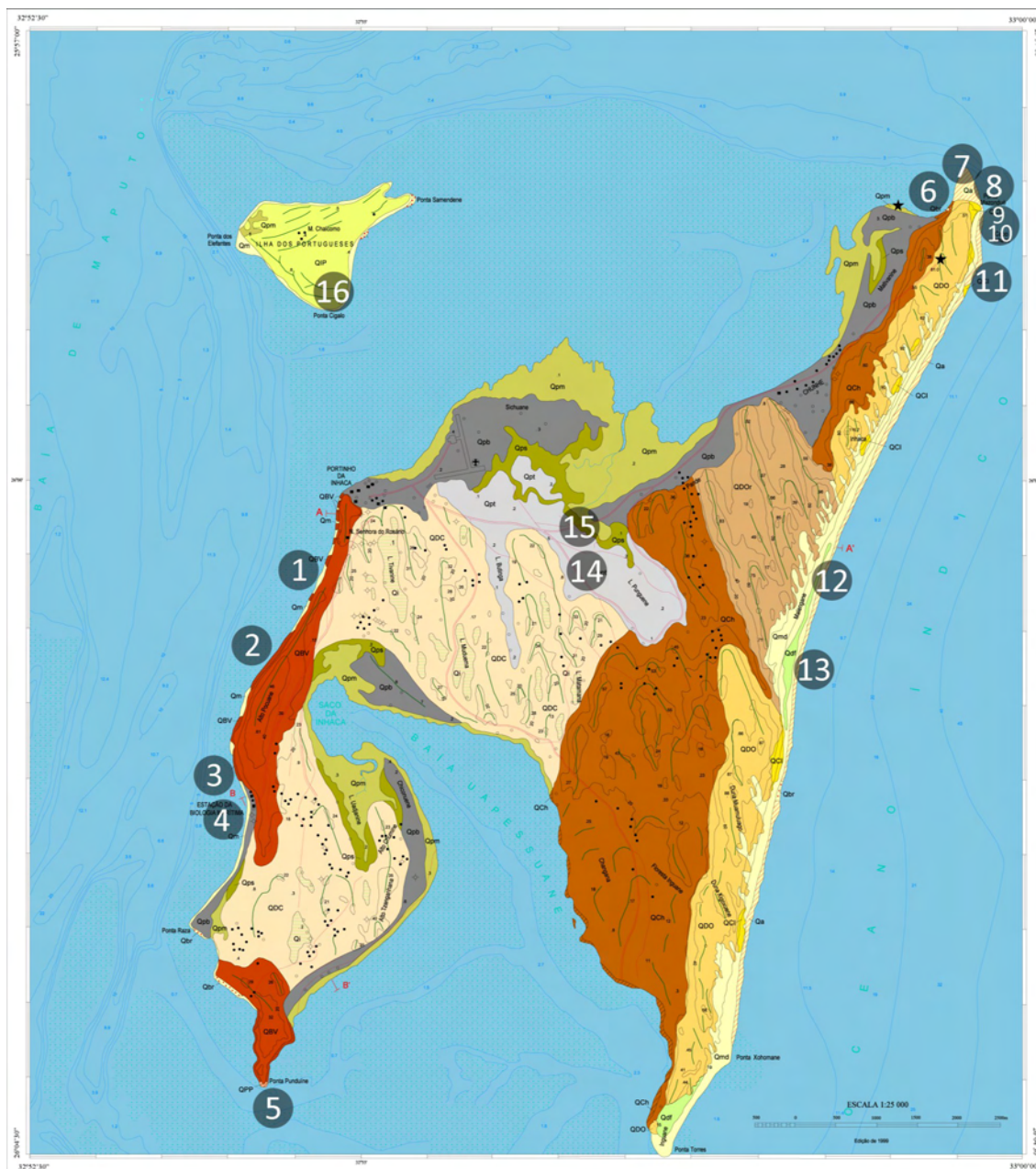


Figura 16. Versão simplificada da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1:25 000, datada de 1989, com localização dos sítios de interesse geológico.

Cobrindo as dunas consolidadas existem depósitos eólicos mais recentes. Uma amostra recolhida perto do topo do Monte Inhaca (na unidade das *Dunas Altas do Oriente – QDO*) evidencia deposição eólica ocorrida há $2,7 \pm 0,3$ mil anos (Armitage *et al.*, 2006).

A sul, o cordão dunar encontra-se enquadrado pelo Oceano Índico e, do lado oeste, pela Baía do Saco da Inhaca. Aí, o afloramento de dunas consolidadas apresenta-se quase contínuo, ao longo de toda a costa, com o topo aplanado (a uma cota aproximada de preia-mar de águas vivas), e intensamente afectado por carsificação. Esta conjugação de ocorrências parece indicar que o nível do mar gerador da aplanagem destas dunas consolidadas terá sido mais alto que o actual. Este aspecto é igualmente corroborado por pequenas plataformas de erosão marinha talhadas nas dunas consolidadas na zona norte da ilha.

A margem oeste da ilha é igualmente formada por um cordão dunar (**Barreira Vermelha**), alongado e com orientação semelhante à do Cordão Dunar Oriental, mas com relevo menos vigoroso que este, apresentando altura máxima de 66 m no Alto Pocuane. A face voltada à baía evidencia, na sua extensão, falésias activas, devido à erosão marinha que actualmente ocorre junto à praia. Esta erosão, que provoca o colapso das dunas, é responsável pelo elevado pendor que este cordão dunar apresenta o qual terá tido uma génese semelhante à do cordão dunar

oceânico, indicando que a linha de costa, aquando da sua formação, se encontraria mais para oeste do que actualmente. Segundo datação efectuada por Armitage *et al.* (2006), a duna possui uma idade superior a 250 mil anos.

A **Zona Central da Ilha** mostra dois tipos de relevo dominantes: (1) um relevo ondulado suave resultante de dunas parabólicas, onde as depressões são, em geral, ocupadas por lagoas ou pântanos indicando que o campo dunar se terá formado com um nível freático mais baixo do que o actual. A morfologia das dunas indica um transporte eólico resultante semelhante ao actual, com orientação de SSE para NNW; (2) outro relevo, aplanado, correspondente a planícies costeiras antigas e recentes.

Além dos cordões dunares acima descritos, há ainda **Dunas Costeiras** recentes essencialmente associadas às praias actuais, não se verificando actualmente actividade eólica no interior da ilha. No lado oceânico, devido à existência de fortes ventos e disponibilidade sedimentar, o transporte eólico é elevado. Sendo o vento dominante proveniente de SSE, e tendo a costa orientação de SSW-NNE, estão criadas as condições para a existência de dunas costeiras. Na costa leste da Ilha da Inhaca existem dunas do tipo frontal e dunas móveis, com diferentes formas.

A Ilha da Inhaca apresenta igualmente depósitos arenosos actuais de origem marinha, designadamente: **Praias, Restingas Arenosas, Planícies Intertidais e Zonas de Mangal**. Estes depósitos costeiros, associados a processos activos, têm maior expressão na faixa entre marés (zona intertidal), ou mesmo na zona submersa de pequena profundidade. No entanto, e provavelmente devido ao pequeno abaixamento do nível do mar que se julga ter ocorrido nesta região do globo durante o Holocénico, uma extensa área de antigas restingas e planícies intertidais constitui hoje parte importante da ilha, sobretudo nas zonas centro e norte, e no Saco. Estas áreas são importantes pois constituem a maioria das zonas aplanadas da ilha.

Os depósitos de **Praias Consolidadas (*beach rocks*)**, mais evidentes na zona NE da ilha mas dispersos por toda a costa, têm um importante papel na fixação da posição das praias, funcionando como defesas costeiras naturais na diminuição da energia das ondas, e como estruturas de auxílio à retenção de sedimento.

A forma da ilha é, actualmente, condicionada pela existência de afloramentos rochosos localizados ao nível da praia. Estes afloramentos, quer no lado oceânico quer no lado da baía, actuam como pontos de ancoragem das areias costeiras, evitando um acentuado recuo da linha de costa. O Cabo Inhaca é o melhor exemplo do que atrás se referiu, sendo que a actual configuração da parte NE da ilha se deve à existência de um imponente afloramento de dunas e praias consolidadas.

3. Evolução geológica da Ilha

A ilha da Inhaca apresenta várias fases de evolução, sendo que as dunas mais antigas possuem mais de 250 mil anos.

Os dois relevos com orientação SSW-NNE, dispostos paralelamente à actual linha de costa, estarão associados a processos de acumulação eólica, em períodos nos quais o nível do mar apresentava cotas semelhantes à actual. A vegetação terá tido um papel determinante na retenção da areia proveniente do litoral. Este ambiente costeiro terá levado ao desenvolvimento de uma estrutura dunar complexa, designada por cordão dunar. Acredita-se que estes sistemas dunares são formados sobre restingas ou ilhas barreira (Cooper e Pilkey, 2002; Armitage *et al.*, 2006) que lhe servem de suporte. A acumulação eólica de areia ocorre ao longo de uma faixa paralela à praia, como acontece nas actuais dunas frontais, só que a escalas temporal e espacialmente maiores.

Por oposição, as dunas da zona central da ilha, mais recentes, são testemunho de uma fase de maior mobilidade eólica, que se julga ter ocorrido durante um período em que o nível do mar esteve mais baixo, e em condições climáticas mais áridas. Estas condições proporcionaram uma migração dunar para o interior, de acordo com a orientação dos ventos dominantes.

Observando o relevo da ilha verifica-se que o cordão dunar mais antigo, o da **Barreira Vermelha**, se encontra mais a oeste do que o mais recente. A uma escala temporal alargada, este facto indicia-nos deslocação da linha de costa no sentido do Oceano Índico. No entanto, a evolução actual da ilha aponta para uma erosão generalizada das suas fronteiras externas e acumulação nas zonas de baía, como seja o Saco, a sul, e entre o Portinho da Inhaca

e o Cabo Inhaca, a norte.

Apesar de se verificar erosão nas costas voltadas ao Índico e à Baía de Maputo, é nesta última que ela é mais intensa e evidente. A escassez de sedimento na deriva litoral, nesta parte da ilha, faz com que as praias sejam estreitas. Assim, a ondulação gerada pelos ventos dentro da baía, vindos dos quadrantes noroeste e oeste, leva a que nas zonas mais salientes da costa ocorra erosão no sopé da duna, o que, associado à gravidade, conduz ao seu desmantelamento e conseqüente recuo da linha de costa.

No lado oceânico, apesar das evidências de recuo, como sejam a sucessão de praias consolidadas ou a erosão da base de algumas das dunas, o processo parece ser mais lento. Tal dever-se-á ao facto das dunas consolidadas “ancorarem” a ilha, preservando-a da erosão.

4. A Ilha dos Portugueses

A **Ilha dos Portugueses** é uma consequência do sistema de deriva litoral existente ao longo da costa leste da Ilha da Inhaca. Devido às correntes e ondulação que afectam a parte oceânica da Ilha da Inhaca, a areia migra ao longo da sua costa de sul para norte. Ao passar o Cabo Inhaca, a areia “entra” dentro da Baía, dando origem a uma barra arenosa, com orientação aproximadamente E-W. No extremo oeste desta barra arenosa, e como resultado da acumulação da areia, provavelmente por diminuição da capacidade de transporte local, as barras emergem dando origem à formação de pequenas ilhas.

A Ilha dos Portugueses parece ser o resultado da junção de várias destas barras arenosas, como testemunha a sucessão de dunas frontais existentes, compatíveis com a convergência de barras. Verifica-se igualmente que algumas delas se entrecortam, dando indicações de que a forma e a área da ilha se vão alterando ao longo do tempo, provavelmente respondendo à maior ou menor disponibilidade sedimentar da deriva litoral. A comparação de uma carta de 1969 com uma fotografia aérea de 1989 permitiu concluir acerca da diminuição significativa da ilha nesse período de 20 anos.

5. Percursos para observação dos geosítios mais importantes

Para quem esteja interessado em conhecer os aspectos mais marcantes da geologia da Ilha da Inhaca apresenta-se, seguidamente, uma proposta de percursos que permitem a observação dos locais de maior interesse geológico.

A - Percurso da Baía.

Este itinerário faz-se ao longo da praia do lado da Baía de Maputo. Os locais referidos estão assinalados na figura 16.



Figura 17. **Sítio 1.** Cordão Dunar Ocidental: Entre a Vila do Portinho e a Estação de Biologia Marítima

Dunas da Formação da Barreira Vermelha (QBV): Pormenor dos deslizamentos provocados pela erosão da base da duna expondo o núcleo alaranjado/avermelhado das dunas. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

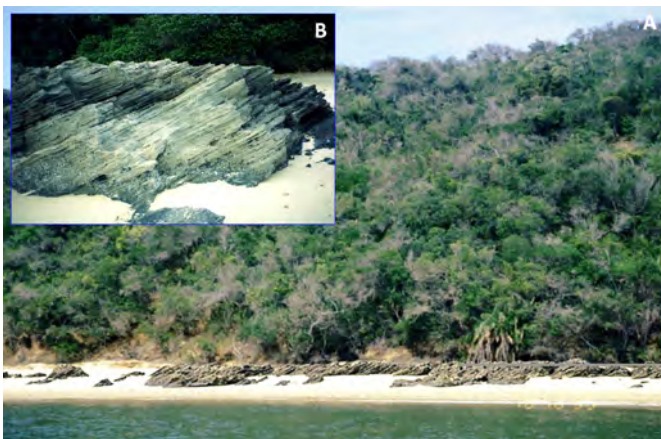


Figura 18. **Sítio 2.** Cordão Dunar Ocidental: Entre a Vila do Portinho e a Estação de Biologia Marítima

Dunas da Formação da Barreira Vermelha (QBV): A - A duna com coberto vegetal tem na base um terraço marinho talhado na duna consolidada. Os terraços marinhos actuais são entalhados a um nível próximo da baixa-mar, substancialmente mais abaixo que o nível presente neste afloramento de duna consolidada. O afloramento protege a costa e retém a areia, razão pela qual não se verifica, neste sector, uma erosão significativa na duna vermelha; B - por menor da duna consolidada. *Fotografias de Luís Rebêlo.*



Figura 19. **Sítio 3.** Cordão Dunar Ocidental: Entre a Vila do Portinho e a Estação de Biologia Marítima

Dunas da Formação da Barreira Vermelha (QBV). Aspecto da passagem gradual de duna consolidada (geralmente presente junto à praia) a duna amarelada - esbranquiçada (alteração proveniente da calchificação). *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Figura 20. **Sítio 4.** Planícies intertidais actuais

Depósitos de areia fina a média, constituindo extensas planícies, quase horizontais, ao redor da ilha. Estes depósitos intertidais conferem um aspecto muito diferente à zona costeira, se observada em maré cheia ou maré vazia: na preia-mar, as praias são estreitas, com a água quase a atingir a base da duna; na baixa-mar, para se chegar à água, há que percorrer uma distância significativa. *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Figura 21. **Sítio 5.** Terraços marinhos - Ponta Porduíne

Paleoterraço marinho entalhado na Formação da Ponta Porduíne (QPP), um arenito de origem marinha ao qual se atribuiu a idade do Eemiano (130 000 a 114 000 anos BP). Detalhes da estrutura entrecruzada visível nesse afloramento que foi interpretada como depósito de canal. *Fotografias de Luís Rebêlo.*

B - Percurso do Cabo da Inhaca

Este itinerário faz-se ao longo da praia do lado oceânico da ilha. Os locais referidos estão assinalados na figura 16.



Figura 22. **Sítio 6.** Praias consolidadas (QBr) a SW da Ponta Mazondué

Pormenor de uma praia consolidada a oeste da Ponta Mazondué. Em primeiro plano, e de aspecto mais maciço, observa-se um afloramento de duna consolidada. O aspecto fracturado da praia consolidada, aspecto muito frequente, deve-se ao colapso da bancada original devido à erosão da areia que lhe serve de suporte, por acção do mar.

Fotografia de Luís Rebêlo.

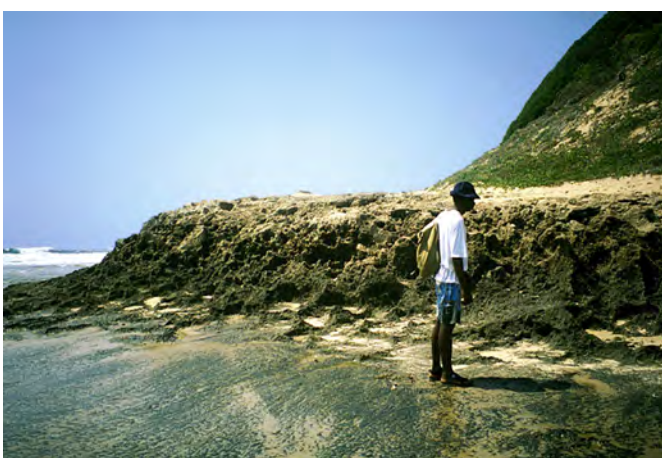


Figura 23. **Sítio 7.** Terraços marinhos - Ponta Mazondué

Sequência de paleoterraços entalhados na duna consolidada da Formação do Cabo da Inhaca (QCI) em consequência de níveis do mar mais elevados do que o actual. Estas aplanagens devem-se à acção erosiva das ondas nos afloramentos rochosos existentes e são observáveis ao redor de toda a ilha. *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Figura 24. **Sítio 8.** Formação do Cabo Inhaca (QCI)

Afloramento de duna consolidada no extremo NE da ilha. Em primeiro plano, paleoplataforma de erosão marinha evidenciando as estruturas em anel devido à acção de algas; em fundo, as duas sub-unidades de dunas consolidadas: a inferior, mais resistente à erosão, evidenciando um *notch* devido à acção das vagas; a superior, menos resistente devido à presença de figuras de raízes e menor grau de cimentação, encontra-se mais recuada. Por cima, areias modernas de um pequeno sistema de *bypass*.

Fotografia de Luís Rebêlo.



Figura 25. **Sítio 9.** Terraços marinhos - Ponta Mazondué

Paleoplataforma de erosão marinha entalhada na duna consolidada da Formação do Cabo da Inhaca (QCI). O nível dos actuais terraços está abaixo da rebentação visível. No topo do terraço observam-se estruturas circulares originadas por efeito da protecção de algas à erosão física e química. *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Figura 26. **Sítio 10.** Cordão Dunar Oceânico

Dunas consolidadas da Formação do Cabo Inhaca (QCI) em primeiro plano, e aspecto das Dunas Altas do Oriente (QDO) cobertas por vegetação. De notar (1) a elevada densidade do coberto vegetal, que impossibilita a actividade eólica, (2) o elevado declive das dunas que constituem este cordão dunar, (3) as dunas costeiras recentes que se formam na base do cordão dunar.

Fotografia de Luís Rebêlo.



Figura 27. **Sítio 11.** Cordão Dunar Oceânico - Formação do Cabo Inhaca

Dunas consolidadas (QCI) formando o núcleo do cordão dunar oceânico. Neste local, devido à ausência das dunas recentes, as dunas consolidadas (eoleanito) encontram-se aflorantes desde a base ao topo.

Fotografia de Luís Rebêlo.

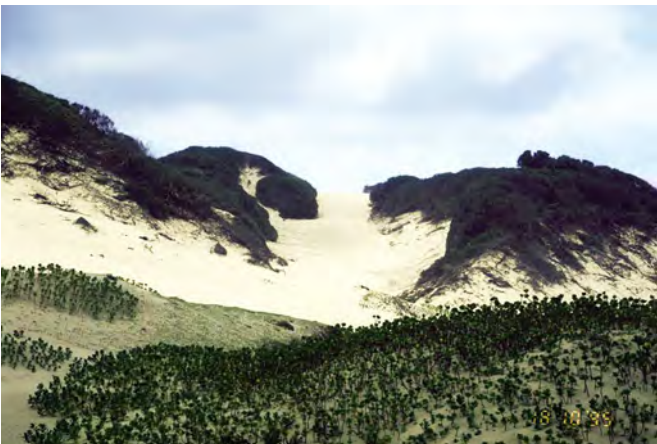


Figura 28. **Sítio 12.** Dunas costeiras recentes (Qd) - *Climbing dunes*

A areia da praia transportada pelo vento: se fixada por vegetação, origina dunas frontais (1º plano); se transportada através de “brechas” na vegetação, sobe a duna do cordão dunar oceânico, dando origem a *climbing dunes* (2º plano). *Fotografia de Luís Rebêlo.*

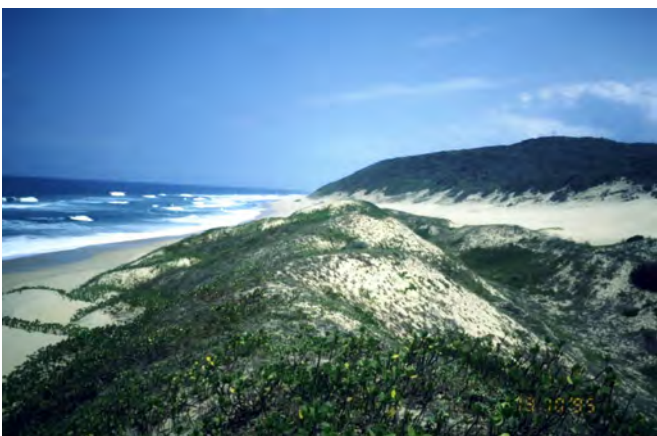


Figura 29. **Sítio 13.** Dunas Costeiras Recentes (Ddf)

Dunas frontais. Pormenor da crista dunar, em primeiro plano. As dunas instalaram-se no sector costeiro onde a praia é mais larga devido ao rompimento do Cordão Dunar Oceânico (visível em segundo plano).

Fotografia de Luís Rebêlo.

C - Percurso da Região Central

Este itinerário faz-se na zona centro-norte da ilha. Os locais referidos estão assinalados na figura 16.



Figura 30. Sítio 14. Planícies intertidais elevadas (Qpt)

Devido a um abaixamento do nível do mar, as outrora planícies intertidais apresentam-se actualmente emersas, dando origem a extensas áreas aplanadas, aproveitadas para a agricultura. *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Figura 31. Sítio 15. Zonas supratidais (Qps)

A acumulação de sedimentos no litoral leva ao afastamento do mar das comunidades de mangal. Como resultado deste afastamento, os mangais localizados nestas áreas encontram-se em declínio. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

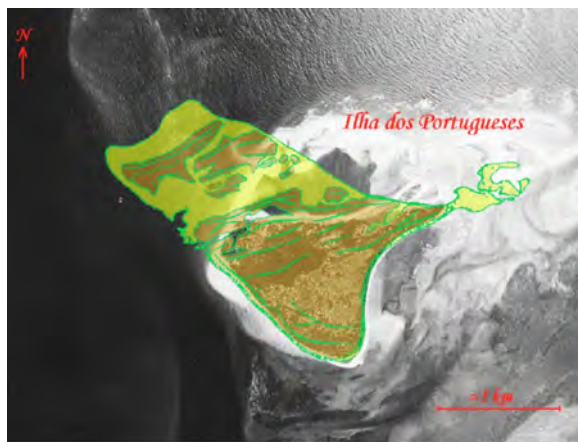


Figura 32. Sítio 16. Ilha dos Portugueses (QIP)

Pormenor das dunas costeiras existentes na Ilha dos Portugueses (imagem inferior), que evidenciam reduzida dimensão em consequência da grande instabilidade que ocorre nesta ilha.



Esta instabilidade está patente na comparação efectuada entre fotografias aéreas da ilha (imagem superior). A sobrecarga, extraída da fotografia de 1969, mostra uma maior dimensão para a ilha do que a verificada em 1989 (data da imagem de fundo), concluindo-se ter ocorrido uma significativa redução de área. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

6. Referências bibliográficas

- Armitage, S.J., Botha, G.A., Duller, G.A.T., Wintje, A., Rebêlo, L.P., Momade, F.J., 2006. The formation and evolution of the barrier islands of Inhaca and Bazaruto, Mozambique. *Geomorphology* **82**, 295-308.
- Cooper, J.A.G., Pilkey, O.H., 2002. The barrier islands of southern Mozambique. *Journal of Coastal Research* **36**, 164-172.
- Sênvano, A., Rebêlo, L., Marques, J., com colaboração de Mamad, A., Fumo, C., Momade, F., Monteiro, H., Oliveira, J. T., Ferrara, M., Ramsay, P., 1997. *Notícia Explicativa da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, Folha 2632 B2b, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Sênvano, A., Rebêlo, L., Marques, J., com colaboração de Mamad A., Momade, F., Oliveira, J. T., Monteiro, H., Ramsay, P., Fumo, C., Conjo, J., Pereira, A., Cunha, T. A., 1999. *Carta Geológica da Ilha da Inhaca, Folha 2632 B2b, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.

Uma visita geoturística às praias de Catembe

José Tomás Oliveira, Ruben Pereira Dias, Adriano Sênvano e Aurete Pereira

1. Breve introdução à Geologia

A Carta Geológica de Catembe mostra que a região por ela abrangida tem geologia muito simples (ver Carta Geológica anexa e respectiva Notícia Explicativa). As unidades geológicas distribuem-se no tempo entre o Holocénico recente e o Miocénico superior (aproximadamente 6 milhões de anos).

Mais de 70% da área da carta é ocupada por areias de duna. As mais recentes, que ocorrem junto à costa, são constituídas por areias de granularidade fina, de cor esbranquiçada, identificadas como Formação de Xefina, por serem semelhantes às que ocorrem na ilha com o mesmo nome, a NE de Maputo. As mais antigas têm cor amarelada clara ou acastanhada por alteração meteórica, e estão associadas a um sistema de dunas interiores identificado como Formação de Congolote. Apesar do estado de degradação destas dunas, já fixadas pela vegetação arbustiva, é possível reconhecer que a maior parte delas tem cristas alongadas na direcção NW-SE, provavelmente paralelas à direcção dos ventos dominantes que as geraram. Entre as dunas desenvolvem-se áreas aplanadas, geralmente com vegetação rasteira que coloniza solos mais húmidos e mais argilosos, referenciadas na carta como depressões intradunares. Associados a pequenos e efémeros riachos ocorrem aluviões e eluviões.

Junto ao litoral, as áreas aplanadas constituídas por sedimentos arenosos e argilas (planícies tidais) estão cobertas por vegetação herbácea do tipo sapal. Quando as planícies tidais estão mais sujeitas ao efeito das águas salgadas associadas às marés, aparecem mangais.

As praias arenosas assumem importância entre Catembe e Ponta das Três Marias.

Sob as dunas, mas só visível nas arribas, há arenitos vermelhos, mais ou menos consolidados, correlacionados com a Formação da Ponta Vermelha, identificada na Carta Geológica de Maputo, na escala 1:50 000, atribuída ao Plistocénico inferior (aproximadamente 2,5 Ma).

Esta unidade faz passagem, para baixo, aos arenitos arcóscicos com pequenas intercalações de conglomerados, conjunto este, com espessura da ordem dos 10 m, atribuído à Formação de Ponta Maona, com possível idade de Pliocénico (2,6-5 Ma). Esta formação tem grande expressão na área da carta, constituindo uma mancha alongada perto do litoral, com largura média da ordem dos 3,5 km.

A unidade geológica mais antiga que aflora na região da carta é a Formação de Tembe, constituída por arenitos com estratificação cruzada, localmente bioturbados e ricos em fósseis de *Ostrea*. Esta unidade só é observável nas arribas, sendo unicamente conhecida a parte superior, pelo que a sua espessura é desconhecida. A idade desta formação é possivelmente do Miocénico superior (5-6 Ma).

Em termos de **recursos geológicos**, as areias constituem um recurso importante para a construção civil. As areias de dunas costeiras podem conter minerais pesados, mas o seu potencial não parece significativo.

Os arenitos carbonatados da Formação de Tembe são explorados em pequenas pedreiras e usados na construção de casas tradicionais. Foram também utilizados como brita na construção da estrada de terra batida para Bela Vista.

Os **solos** castanhos de terra rossa, resultantes da meteorização da Formação de Ponta Maona, são os que apresentam maior potencial agrícola. São actualmente aproveitados em pequenas machambas, mas poderão aumentar a sua capacidade agrícola com a disponibilidade de água.

Os solos das depressões intradunares e as aluviões dos riachos estão enriquecidos em argila por decantação das águas que sazonalmente ocupam estas depressões. Estes solos areno - argilosos têm capacidade agrícola que poderá ser melhor aproveitada desde que haja água disponível.

Relativamente à **disponibilidade em água** para a população, à parte a que dispõe de água canalizada na povoação de Catembe, a restante abastece-se de pequenos poços ou charcas onde recolhem água do nível freático.

Durante o tempo das chuvas este nível sobe e enche os poços e charcas. Em períodos de menor chuva ou seca, o nível freático baixa muito e os poços e charcas ficam secos. Para obviar a esta situação, há que explorar o aquífero instalado na Formação de Tembe, o qual apresenta maior potencial. Este aquífero é recarregado pelas águas das chuvas e não se apresenta bem confinado. Por tal motivo é vulnerável à poluição, pelo que a sua eventual exploração deve ser cuidadosamente controlada.

A região está sujeita a **riscos geológicos** que podem condicionar o futuro ordenamento do território. A erosão marinha ataca a base das arribas provocando cavernas. Este efeito, conjugado com o estado pouco consolidado dos arenitos, induz instabilidade nas arribas e escorregamentos de massa. Este é um fenómeno perfeitamente natural com o qual haverá que contar no futuro, em termos de planeamento do território. A política de ordenamento do território deve criar legislação que impeça a construção de edifícios em betão ou outras infraestruturas numa faixa litoral de pelo menos 200 m de largura, a partir do limite da arriba.

Em termos de **património geoturístico**, é de salientar a magnífica exposição de chaminés de fada na Ponta Maona, resultantes da erosão provocada pelas águas das chuvas nos arenitos da Formação de Ponta Maona. Pela sua espectacularidade, merece ser considerada como geosítio a proteger.

Na figura 33 está representada a geologia da região costeira a SE de Catembe, onde se assinalam as paragens do percurso geológico descritas no próximo ponto.

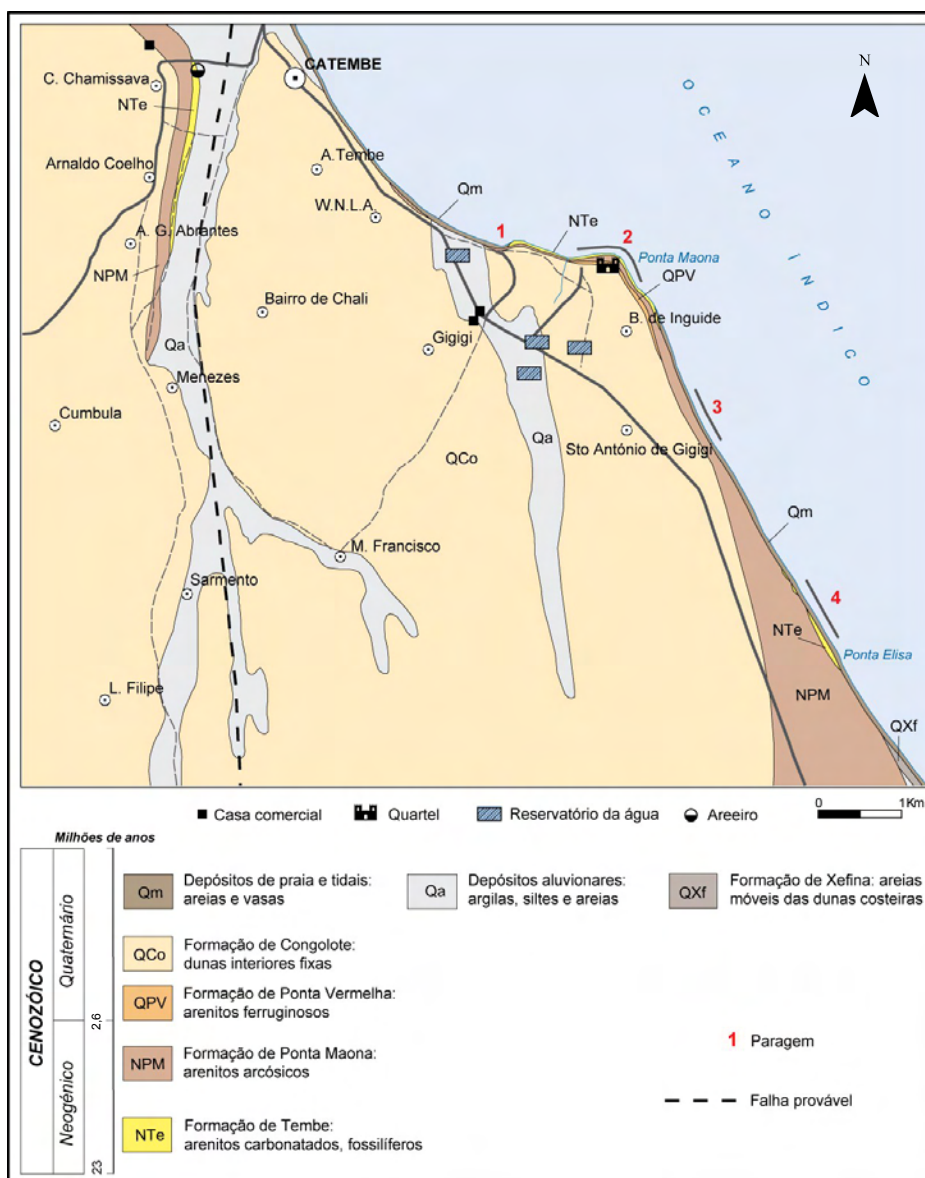


Figura 33. Carta Geológica da região costeira de Catembe, com indicação dos locais de observação (extraída da Carta Geológica de Catembe à escala 1:50 000, 2008).

2. Proposta de percurso

O percurso inicia-se junto ao cais de Catembe. Na área dos pequenos comércios de venda de peixe e de bebidas, observa-se para norte a zona húmida aplanada com vegetação rasteira e charcas de água: é um terraço aluvionar, actualmente ocupado por sapal, resultante do efeito conjugado da planície de inundação do Rio Tembe e da maré na Baía de Maputo.

Para sul da zona do cais desenvolve-se a praia de Catembe, que se prolonga até Ponta Maona (figura 34).



Figura 34. Praia de Catembe, vendo-se ao fundo a cidade de Maputo. Esta praia, logo que a travessia da Baía de Maputo esteja mais facilitada por uma ponte ou por barcos do tipo *ferry boat*, constitui excelente alternativa às praias de Maputo.

Fotografia de José Tomás Oliveira.

O percurso prossegue pela estrada para a povoação de Catembe. Antes desta povoação inicia-se pequena subida resultante da arriba fósil que ainda é visível na paisagem, embora já degradada. Passada esta povoação, do lado ocidental da estrada a paisagem mostra terrenos arenosos amarelados sobre os quais se instala a vegetação do tipo savana: são as dunas interiores, já degradadas, que na Carta Geológica estão assinaladas como Formação de Congolote. Do lado oriental da estrada, a poucas dezenas de metros, pode observar-se a arriba actual, na base da qual se desenvolve a praia.

Paragem 1 - Arriba fósil

O percurso continua até uma casa comercial onde se vira para norte, até à arriba, que terá que ser descida a pé. No topo da arriba (coordenadas: 26°01'05"S; 32°34'26"E) está exposta uma duna da Formação de Congolote (figura 35).



Figura 35. Duna na Formação de Congolote. Notar a cor castanho-amarelada resultante da meteorização das areias da deposição original, assim como a estruturação interna da duna. *Fotografia de Adriano Sêvano.*

Paragem 2 - Ponta Maona

Andando sucessivamente ao longo da praia, para leste, em direcção a Ponta Maona pode observar-se sucessivamente:



A - Mangal

Este ecossistema tem grande importância ambiental porque é muito sensível às variações de salinidade da água e à poluição (figura 36).

Figura 36. Mangal instalado na praia. Notar os concheiros alinhados ao longo da praia resultantes da remobilização provocada pelas correntes de maré.

Fotografia de José Tomás Oliveira.



B - Formação da Ponta Vermelha

Na Ponta Maona, afloram arenitos vermelhos pouco consolidados, que assentam sobre os arenitos da Formação de Ponta Maona (figura 37). Estes arenitos vermelhos foram interpretados como a continuação para sul das areias lateritizadas da Formação da Ponta Vermelha de Maputo, sobre a qual boa parte da grande cidade está construída.

Figura 37. Arenitos vermelhos pouco consolidados da Formação da Ponta Vermelha, no topo do afloramento, assentes sobre os arenitos claros da Formação de Ponta Maona, evidenciando estruturas de chaminé de fada em fase de degradação. *Fotografia de Ruben Dias.*

C - Formação de Ponta Maona

A Formação de Ponta Maona tem o seu estratotipo neste local (figura 38) e está bem exposta nas arribas para sul, até Ponta Elisa. É constituída por arenitos arcósicos pouco consolidados, com pequenas intercalações de calhaus rolados (figura 39), de cor clara ou acastanhada por alteração meteórica. Quando os arenitos estão menos alterados ou mais ricos em argila, tornam-se cinzento-esverdeados (figura 40).



Figura 38. Os arenitos da Formação de Ponta Maona, evidenciando magníficas estruturas morfológicas em chaminé de fada, resultantes da acção erosiva provocada pelas águas da chuva. Notar, na parte superior, arenitos mais escuros atribuídos à Formação da Ponta Vermelha. Este afloramento, pelos aspectos didácticos que evidencia, deve ser considerado como um geosítio a preservar. *Fotografia de Ruben Dias.*



Figura 39. Pormenor dos arenitos da Formação de Ponta Maona, mostrando a presença de calhaus dispersos no seu interior. A grande maioria destes calhaus tem composição riolítica, mas há também calhaus de jaspe e de ágata. Os calhaus apresentam-se muito rolados, o que prova terem sido objecto de acção erosiva anterior à sua inclusão nos arenitos. A sua composição e o carácter erosivo da base da bancada sugerem deposição em ambiente de canal de um rio proveniente dos Montes Libombos. *Fotografia de José Tomás Oliveira.*

D - Erosão costeira

Já do lado SE da Ponta Maona e ao longo da arriba até Ponta Elisa observam-se vários escorregamentos de massa associados à erosão costeira (figura 40).

Figura 40. Escorregamento de massa afectando os arenitos da Formações da Ponta Vermelha e de Ponta Maona. As pequenas cavernas na base da arriba são provocadas pela erosão marinha, em regime de maré-alta. Estas cavernas, associadas ao facto dos arenitos serem pouco consolidados, facilitam os escorregamentos. Notar a tonalidade cinzenta dos arenitos na base da arriba. *Fotografia de José Tomás Oliveira.*



Paragem 3 - Ponta Gigigi (a SE do quartel)

Num percurso de duas centenas de metros, em direcção a SE, podem observar-se os seguintes aspectos:

A - Formação de Tembe

Na base da arriba afloram arenitos bem consolidados, com estratificação cruzada (figura 41), com níveis fossilíferos ricos em *Ostrea* e outros raros bivalves (figura 42), e com bioturbação (figura 43). Estes arenitos fossilíferos são atribuídos à Formação de Tembe, a unidade geológica mais antiga da região.



Figura 41. Arenitos bem consolidados da Formação de Tembe, evidenciando estratificação cruzada monticulada. Sobre os arenitos há um solo castanho provavelmente originado de um escorregamento gravitacional.
Fotografia de José Tomás Oliveira.



Figura 42. Nível com fósseis de *Ostrea* nos arenitos da Formação de Tembe.
Fotografia de José Tomás Oliveira.



Figura 43. Arenitos castanhos meteorizados da Formação de Tembe. Notar a profusão de galerias fósseis escavadas no sedimento por organismos em procura de alimentos ou de refúgio.
Fotografia de José Tomás Oliveira.

B - Raízes fósseis

Na base das arribas podem observar-se raízes fossilizadas (figura 44).



Figura 44. Raízes fósseis, em posição vertical, instaladas num arenito fino, pouco consolidado, com grande profusão de laminações cruzadas que poderão corresponder a uma duna antiga consolidada (eolianito). *Fotografia de José Tomás Oliveira.*

Paragem 4 - Ponta Elisa

No topo da arriba, na Ponta Elisa, tem-se uma panorâmica das praias viradas a sul (figura 45).



Figura 45. Panorâmica da costa a sul de Ponta Elisa. Notar a arriba já em fase de degradação e recuo, o que possibilita a colonização herbácea da parte alta da praia. *Fotografia de José Tomás Oliveira.*

A - Caliche

Descendo a arriba, e caminhando cerca de 2 km para norte, podem observar-se afloramentos das Formações de Tembe e de Ponta Maona, afectados por calichificação. Interessante neste percurso é a observação do fenómeno da calichificação, que consiste na impregnação até total substituição dos minerais constituintes das rochas por efeito da percolação de águas quentes carregadas de carbonato de cálcio. A caliche pode transformar-se em verdadeiro calcário. A calichificação é geralmente interpretada como consequência de processos pedogénicos associados a clima quente. Na área da Carta atingiu principalmente as Formações de Tembe e de Ponta Maona (figuras 46 e 47).



Figura 46. Os arenitos da Formação de Tembe, em baixo, e da Formação de Ponta Maona, totalmente transformados em caliche. Nota-se, de baixo para cima: a Formação de Tembe com cavernas provocadas pela erosão marinha; contacto brusco com a Formação de Ponta Maona, em parte afundada sobre as cavernas; o solo castanho, do tipo terra rossa, resultante da descarbonatação dos sedimentos calichificados.

Fotografia de Ruben Dias.



Figura 47. Pormenor dos arenitos carbonatados já calichificados onde ainda se observam restos das estruturas sedimentares originais, como é o caso da estrutura em espinha de peixe sob o martelo.

Fotografia de José Tomás Oliveira.

B - Crostas ferruginosas

Em certas circunstâncias, quando as águas que circularam nas rochas ficaram enriquecidas em ferro, formaram-se crostas ferruginosas, mais desenvolvidas na Formação de Ponta Maona (figuras 48 e 49).



Figura 48. Crosta ferruginosa no seio dos arenitos argilosos da Formação de Ponta Maona, na arriba, cerca de 3,4 km a SE da Ponta Maona. *Fotografia de Ruben Dias* (26°03'15,088''S; 32°37'02,185''E).



Figura 49. Outro aspecto da erosão costeira, na arriba, cerca de 3,4 km a SE da Ponta Maona. A unidade geológica exposta é a Formação de Ponta Maona, afectada por cavernas na base da arriba, onde a cor da unidade é cinzenta por ser mais rica em argila e mais preservada da erosão meteórica. Notar a quantidade de fragmentos de crostas ferruginosas escuras espalhadas na praia, por erosão da Formação de Ponta Maona. *Fotografia de Ruben Dias* (26°03'15,088''S; 32°37'02,185''E).

C - Solos agrícolas

De regresso à estrada, atravessa-se o terreno com solo acastanhado resultante da descarbonatação da Formação de Ponta Maona (figura 50).



Figura 50. Solos de *terra rossa* misturados com areia eólica, aproveitados para machambas. *Fotografia de José Tomás Oliveira*.

3. Referências bibliográficas

- Saranga, I. S., Sêvano, A., Oliveira, J. T., Dias, R. P., Fumo, C., Pambo, C., com a colaboração de Lachelt, S., Momade, F., Muianga, A., Guaissa, A., Chemane, C., Cunha, T. A., Pereira, A., 2008. *Carta Geológica de Catembe, Folha 2632 B1, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Saranga, I. S., Sêvano, A., Momade, F., Oliveira, J. T., Dias, R. P., 2009. *Notícia Explicativa da Carta Geológica de Catembe, Folha 2632 B1, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.



Progressão do cordão dunar costeiro sobre as lagoas, Ilha do Bazaruto. *Fotografia de Luís Rebêlo.*



Topo do cordão dunar activo, Ilha do Bazaruto. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

Geologia da Ilha do Bazaruto: sua importância para a correcta gestão territorial

Luís Pina Rebêlo, Adriano Sênvano e Pedro Brito

1. Introdução

A Ilha do Bazaruto localiza-se a leste da Vila de Nhassore e dá nome ao arquipélago constituído por 4 Ilhas: Magaruque, Benguera, Bazaruto e Santa Carolina (figura 51). Tem uma forma alongada, segundo a direcção norte-sul, com comprimento e largura máximos de 31 km e 6,2 km respectivamente, estando separada do continente por uma extensa baía.

A ilha (figura 52) é conhecida pelas suas grandes dunas voltadas ao Oceano Índico, mas apresenta grande diversidade de ambientes, em grande parte devido aos diferentes processos geológicos que sobre ela actualmente ocorrem.



Figura 51. Arquipélago do Bazaruto. Imagem de satélite (<http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/EFS/photoinfo.pl?PHOTO=STS036-73-56>).

As três maiores ilhas do arquipélago ocorrem na continuação dos cordões dunares costeiros existentes a sul, que terminam na Ponta de São Sebastião (figura 51), sendo que em períodos geológicos onde o mar se encontrava abaixo do nível actual, as ilhas deverão ter constituído uma península, fazendo parte integrante desses cordões dunares continentais.

2. Geomorfologia

A ilha do Bazaruto é caracterizada pela existência de um imponente relevo dunar costeiro, ao longo de toda a sua margem oriental, chegando a atingir a altura de 107 m a sul da Ponta Chilola. Com excepção do seu extremo norte, onde as areias estão fixas por vegetação, o cordão dunar encontra-se activo (figura 53).

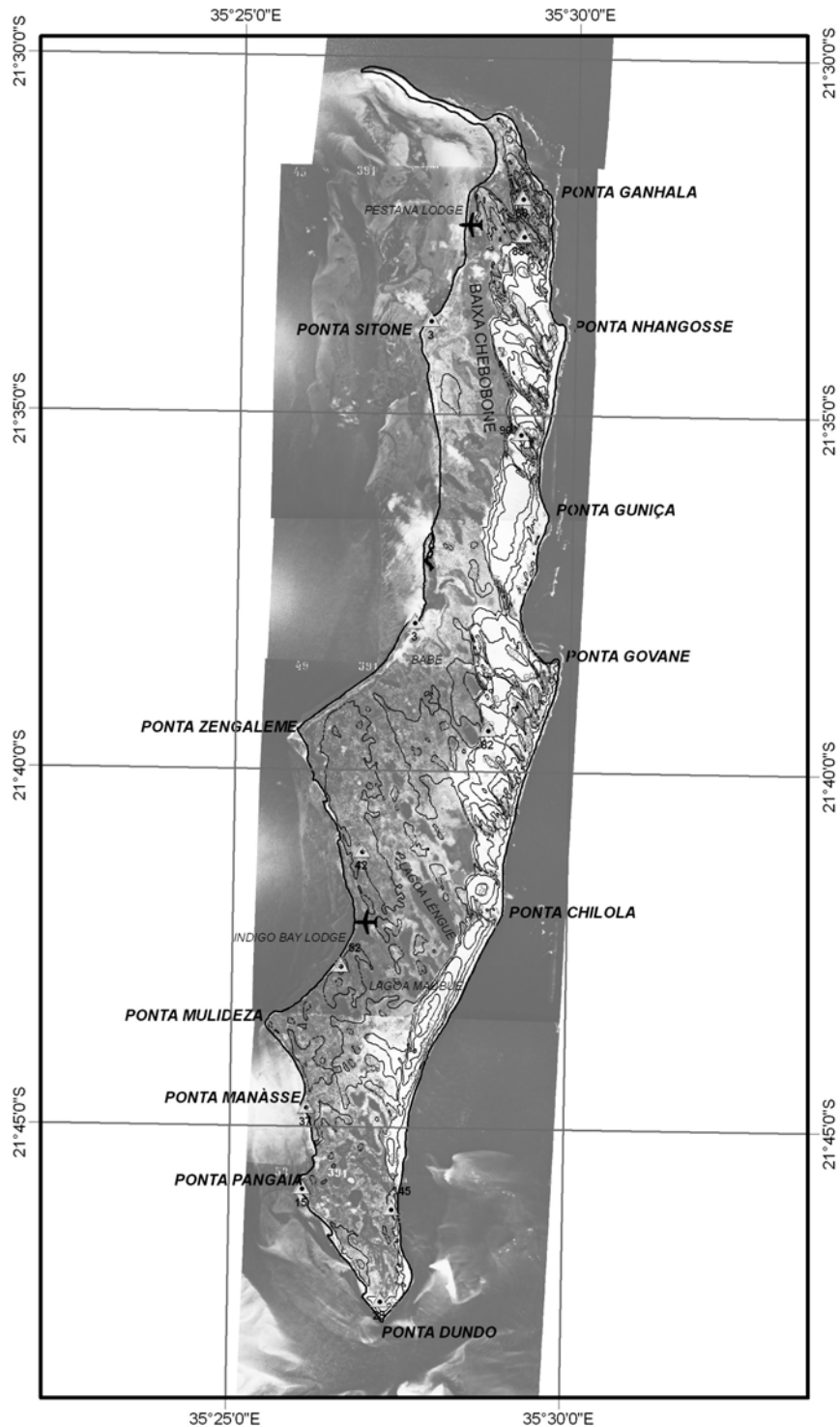


Figura 52. Ilha do Bazaruto: Principais localizações sobre mosaico de fotografia aérea georreferenciado, e altimetria proveniente das cartas topográficas 1:50 000.

As partes central e ocidental da ilha são, por seu lado, caracterizadas por relevos com orientação SSE-NNW, que correspondem aos braços de grandes dunas parabólicas (dunas em forma de U, com braços compridos) (figuras 53 e 54). A uma escala menor, estes relevos formam uma superfície inclinada para SSE, indicando a existência de um sistema dunar transgressivo, em rampa (subindo do lado do mar para o continente). O relevo é, em geral, mais baixo que o do cordão dunar oriental e as dunas estão fixas por vegetação (figuras 53 e 54). Os inter-

dunares destas dunas parabólicas (as zonas mais baixas localizadas no interior dos braços das dunas) são frequentemente preenchidos por pântanos e lagoas em consequência da intersecção do nível freático com a superfície do relevo (figura 54).



Figura 53. Perspectiva 3D da Ilha do Bazaruto, pondo em evidência o relevo formado pelas dunas activas que contactam com o Oceano Índico.



Figura 54. Perspectiva 3D da Ilha do Bazaruto, pondo em evidência a morfologia e a direcção do transporte eólico (seta a vermelho) das dunas da parte central e oeste da ilha. No lado direito observa-se a face da ilha voltada ao Oceano Índico, sendo visível o relevo acentuado formado pelo Cordão Dunar Oceânico, disposto paralelamente à linha de costa. Em primeiro plano, a Lagoa Léngue.

Por último, as zonas aplanadas que, apesar da sua menor expressão, têm grande importância para a ilha pois, além de serem bons locais para pasto e cultivo, funcionam como depósito natural de água para recarga dos aquíferos. Estas “baixas”, das quais a Chebobone é a que tem maior dimensão, são zonas aplanadas relacionadas com paleo-depósitos intertidais (entre marés), que se encontram actualmente separadas do mar por estruturas costeiras recentes.

3. Geologia

A Ilha do Bazaruto, considerada por Cooper e Pilkey (2002), e Armitage *et al.* (2006), uma ilha barreira, é formada por um empilhamento de várias pulsações dunares, cuja areia teve origem em depósitos costeiros provenientes do Oceano Índico. O sentido de transporte eólico, inferido a partir da forma dos relevos dunares, é de SSE para NNW (figura 54).

Distinguem-se três unidades principais na ilha: as **Dunas Antigas** da zona central e ocidental; as dunas que formam o **Cordão Dunar Oceânico**; as **Unidades Costeiras Recentes**, representadas por praias, dunas frontais e depósitos intertidais recentes (holocénicas).

3.1. Dunas Antigas

As zonas central e ocidental da ilha correspondem à parte mais antiga da ilha. Apesar de em alguns locais

existirem evidências de remobilização superficial recente, a duna mais antiga conhecida na ilha pertence a esta unidade, tendo aproximadamente 178 mil anos (idade obtida por OSL, ainda não publicada). Até ao início da formação do Cordão Dunar Oceânico, unidade que à frente se descreverá, terão ocorrido mais duas pulsações importantes em épocas distintas. As sucessivas reactivações ao longo do tempo (a mais recente das quais datada de há 2,4 mil anos (Armitage *et al.*, 2006) levaram à suavização do relevo que actualmente se observa.

Sabendo-se que nas zonas costeiras existe estreita relação entre o aquífero livre das dunas e o nível do mar, a existência de lagoas a ocupar as depressões interdunares (locais mais baixos do campo dunar) (figura 54) dá uma indicação de que o nível freático actual está acima do que existiria no momento da formação das dunas. As dunas terão migrado para o interior, afastando-se da linha de costa por acção dos ventos, dando origem a um sistema transgressivo em rampa (figura 54). As dunas são, em geral, mais altas no lado oeste da ilha, do que no lado leste, e tendem a ser mais baixas para norte, o que leva a que a unidade desapareça para norte a partir da zona a sul da Ponta Sitone.

3.2. Cordão Dunar Oceânico

O lado leste da ilha é formado por um cordão dunar bem desenvolvido. Este “corpo” dunar não é idêntico em toda a sua extensão, sendo que a norte é formado por um empilhamento de dunas parabólicas apresentando um carácter transgressivo mais evidente, enquanto que a sul o cordão dunar é mais contínuo, dispondo-se paralelamente à linha de costa. Esta dissemelhança está associada aos diferentes processos eólicos e marinhos que influenciam a zona costeira da ilha. Apesar de apresentar um carácter mais transgressivo a norte, pois aí penetra mais para o interior, verifica-se que o sistema se encontra fixo por vegetação, numa maior percentagem a norte do que a sul. Este facto deve-se ao carácter mais contínuo do transporte eólico a sul, que não permite a fixação da vegetação, em contraste com o que ocorre a norte, em que a movimentação da areia para o interior se faz através de pulsações, permitindo que a vegetação se desenvolva nos períodos em que o transporte eólico é reduzido. O carácter transgressivo do sistema dunar é evidente, quer na morfologia das dunas (figura 54), quer no contacto desta unidade com as dunas interiores, existindo frentes de progressão (*slip faces*) com mais de 30 metros de altura (figura 55). A frente activa mais espectacular desenvolve-se sobre a Lagoa Lénque, a leste do *Indigo Bay Lodge* (figura 56).



Figura 55. Dunas do Cordão Dunar Oceânico (em 1º plano), migrando sobre a unidade das Dunas Antigas (em 2º plano), sendo notória a diferença de cota entre as dunas unidades. Visível na imagem a Lagoa Maubué, em primeiro plano, e a Lagoa Lénque, em segundo plano. Ambas as lagoas estão a ser cobertas pelas dunas do Cordão Dunar Oceânico.

Fotografia de Marco Ferraz.



Figura 56. Progressão das dunas do cordão Dunar Oceânico (à esquerda na imagem) sobre a unidade das Dunas Antigas, à direita na imagem. Ao centro, a Lagoa Lénque, instalada num interdunar de uma duna parabólica da unidade das Dunas Antigas. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

A norte da Ponta Guniça, a unidade das Dunas Antigas deixa de aflorar. Assim, para norte deste local, observa-se que a progressão das areias do Cordão Oceânico passa a ocorrer sobre as unidades costeiras recentes (figura 57), as quais serão referidas mais à frente.



Figura 57. Frente de avanço das dunas parabólicas do Cordão Dunar Oceânico. Estas dunas (em 2º plano) migram e cobrem uma superfície aplanada (em 1º plano) correspondente a uma paleo-planície intertidal, que hoje representa uma planície no interior da ilha (Baixa Chebobone). *Fotografia de Marco Ferraz.*

O Cordão Dunar Oceânico, à semelhança da unidade mais interior das Dunas Antigas, é também constituído por várias sub-unidades. As dunas mais antigas datadas, que são representadas pelos eoleanitos costeiros da baía da Ponta Govane (figura 58-1), têm idade de aproximadamente 90 mil anos (datação ainda não publicada). Sobrepondo-se a estas dunas consolidadas, existe uma sucessão de dunas que se distingue pelas diferentes cores que apresentam: por cima do eoleanito ocorrem dunas cor-de-laranja (figura 58-2), às quais se sobrepõem dunas acastanhadas e, por último, dunas de cor branca correspondentes às remobilizações recentes (figura 58-3). A cor das dunas em movimento está relacionada com a fonte do sedimento. Se a duna está a ser formada com areia da praia ou pela erosão de dunas castanhas claras, a cor da sua areia é esbranquiçada. No entanto, se a areia da duna móvel provém do desmantelamento das dunas mais antigas, então pode apresentar uma cor acastanhada ou alaranjada (figura 58-4).



Figura 58. Baía a norte da Ponta Govane: 1 - eoleanito, com estruturas de raízes muito frequentes; 2 - dunas alaranjadas, por vezes com estruturas de raízes; 3a - dunas brancas fixas por vegetação; 3b - dunas brancas móveis; 4 - dunas alaranjadas móveis. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

3.3. Unidades Costeiras Recentes

As unidades costeiras recentes estão essencialmente representadas por praias, depósitos intertidais (que podem formar extensas planícies), ilhas barreira (somente presentes na parte oeste da ilha), dunas frontais e praias consolidadas (*beachrocks*). Estas unidades são muito importantes para a ilha pois desempenham uma função protectora contra a acção do mar, retardando o recuo da linha de costa. Para se compreender as actuais unidades costeiras e o modo como hoje evoluem, há que recuar um pouco no tempo. Nesta região do Índico (costa leste de

África), entre os 5 000 e os 1 500 anos atrás, o mar terá atingido uma cota de 3,5 m acima do actual nível do mar (Ramsay e Cooper, 2002). Este facto terá originado uma configuração distinta da zona costeira daquela que se verifica na actualidade, sobretudo na zona costeira voltada a oeste.

As zonas mais baixas, que se encontravam em contacto com o mar, terão sido alagadas dando origem a um conjunto de pequenas baías interpenetrando a ilha. Como consequência desse plano de água mais elevado, e da fraca energia da ondulação existente, formaram-se extensas planícies intertidais que hoje, devido ao abaixamento verificado no nível do mar, constituem as zonas aplanadas da ilha (figura 57).

Em contraste com a formação das baías, a subida do nível do mar terá também, na sua fase inicial, levado ao aparecimento de erosão intensa nas zonas costeiras mais salientes e expostas à ondulação, levando à formação de falésias de erosão marinha nas dunas existentes. Testemunhos destas falésias, hoje inactivas, podem ser observados no extremo oeste da unidade das Dunas Antigas, na zona de Zengaleme.

Com o abaixamento do nível do mar para valores semelhantes aos actuais, o mar recuou e ter-se-ão desenvolvido um conjunto de pequenas ilhas barreira, com sistemas de dunas frontais associadas. Esta evolução terá levado à preservação das estruturas erosivas (falésias) e deposicionais (planícies intertidais e pequenas praias) criadas durante o anterior período de alto nível do mar.

Actualmente, e provavelmente devido a nova subida do nível do mar, verifica-se estar a ocorrer um recuo generalizado da linha de costa na Ilha do Bazaruto (nuns locais mais acentuadamente que noutros), sendo evidentes as morfologias de erosão na faixa costeira. Como consequência desta erosão, algumas ilhas barreira e dunas frontais já desapareceram e outras romperam-se recentemente, levando à invasão pelo mar de áreas anteriormente afastadas da linha de costa. A reactivação de falésias da unidade das Dunas Antigas, anteriormente protegidas pelas estruturas costeiras que desapareceram, e a existência de *beachrocks* destacados da actual linha de costa, formando ilhas, são igualmente indícios da nova fase erosiva que afecta a ilha.

4. A importância do conhecimento geológico para uma correcta gestão da ilha

A cartografia geológica permite compreender os processos geológicos que estruturam e modificam o território. No caso da geologia costeira, os processos geológicos e as suas consequências são mensuráveis à escala humana, o que confere aos estudos nesta área científica uma enorme importância relativamente à mitigação dos riscos e impactes sobre a sociedade. Como resultado do estudo efectuado, apresentam-se alguns exemplos que poderão ter importância na gestão futura da ilha.

Dinâmica eólica

A movimentação das dunas do Cordão Dunar Oceânico tem coberto algumas estradas, levando à necessidade de abrir novos caminhos. O conhecimento sobre a velocidade e a direcção da progressão das frentes dunares é importante para uma correcta gestão do território, quer no respeitante à instalação de novos caminhos, quer na implantação de outro tipo de infra-estruturas.

Erosão costeira

A erosão costeira leva ao recuo da linha de costa e à perda de território, tendo como consequência a formação de falésias nas dunas antigas (figura 59) e o desaparecimento das dunas frontais.

A pista de aviação situada na zona norte da ilha, anteriormente implantada na Baixa Chebobone, foi reconstruída sobre uma duna frontal, a norte da Ponta Sitone, devido ao frequente alagamento a que estava sujeito o antigo local na época das chuvas. A distância da nova pista ao bordo da duna frontal não terá, no entanto, sido acautelada em toda a sua extensão. Assim, verifica-se actualmente que, devido ao recuo da linha de costa e ao reposicionamento da duna frontal, o canto sul da pista de aviação está em risco de ser destruído. Em consequência da erosão verificada, foi já iniciada a protecção da base da duna com paliçadas, como forma de impedir a erosão da estrutura costeira (figuras 60 e 61).



Figura 59. Erosão costeira no lado oeste da ilha, com formação de uma falésia marinha nas dunas da Unidade das Dunas Antigas (1 100 m a sul da Ponta Sitone).
Fotografia de Luís Rebêlo.



Figura 60. Pormenor da reduzida distância que separa a pista de aviação do bordo da duna frontal.
Fotografia de Luís Rebêlo.



Figura 61. Paliçada de protecção no extremo sul da pista de aviação da Ilha do Bazaruto. A pista foi construída sobre uma duna frontal que se encontra em movimentação para o interior, como resultado do recuo da linha de costa (1 900 m a norte da Ponta Sitone).
Fotografia de Marco Ferraz.

A ilha barreira, que se prolonga para norte de Zengaleme, quebrou recentemente na zona de Babè, por incapacidade de acompanhar o recuo da linha de costa. Como resultado, o mar acentuou a sua penetração para o interior a partir do local de ruptura. O campo de mangal aí existente, em equilíbrio com uma entrada de água mais distante (aproximadamente 1,5 km a norte), destabilizou-se em consequência do abaixamento do nível de areia, da exposição das raízes e do aumento de salinidade (figura 62).

A duna frontal, que separava a Baixa Chebobone (a maior lagoa temporária de água doce da ilha) do mar, foi rompida artificialmente, com o intuito de abrir um canal de ligação ao mar para escoar a água doce da lagoa. A razão terá estado relacionada com o facto do elevado nível da lagoa, durante a época das chuvas, estar a inundar

algumas habitações existentes na sua periferia. Em consequência desta abertura artificial gerou-se uma comunicação contínua entre o mar e o interior da ilha (figura 63) com consequências muito negativas no respeitante: i) à intrusão salina no aquífero da ilha; ii) à salga de todos os terrenos alagados por água do mar (figura 64); iii) à diminuição da recarga do aquífero superficial pelo facto de, ao se impedir a formação da lagoa, se estar a permitir a saída para o mar da água que deveria recarregar o aquífero.

Para todos os problemas apresentados, o conhecimento geológico é fundamental para encontrar uma solução duradoura e em harmonia com a evolução natural da ilha. Só assim se poderá preservar a sua beleza natural, o recurso mais importante da ilha.



Figura 62. Morte do mangal devido ao abaixamento da cota da areia e à exposição directa ao mar como consequência da ruptura da ilha barreira na zona de Babè. Esta comunidade encontrava-se protegida da acção directa do mar, uma vez que o canal de alimentação do mangal contactava com o mar a aproximadamente 1,5 km de distância.

Fotografia de Pedro Brito.



Figura 63. Ruptura da duna frontal e consequente formação de um canal de comunicação permanente entre o mar e a lagoa interior da ilha (900 m a sul da Ponta Sitone).

Fotografia de Luís Rebêlo.



Figura 64. Morte de toda a vegetação existente devido ao aumento de salinidade. Anteriormente à entrada de água salgada, este local possuía uma floresta densa, com árvores de grande porte. *Fotografia de Luís Rebêlo.*

5. Referências bibliográficas

- Armitage, S.J., Botha, G.A., Duller, G.A.T., Wintje, A., Rebêlo, L.P., Momade, F.J., 2006. The formation and evolution of the barrier islands of Inhaca and Bazaruto, Mozambique. *Geomorphology* **82**, 295-308.
- Cooper, J.A., Pilkey, O.H., 2002. The Barrier Islands of Southern Mozambique. *Journal of Coastal Research*, SI 36 (ICS 2002 Proceedings, Northern Ireland), 164-172.
- Milisse, D., Sênvano, A., Rebêlo, L., com colaboração de Momade, F., Guambe, B., Brito, P., Ferraz, M., 2009. *Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Ramsay, P.J., Cooper, J.A.G., 2002. Late Quaternary sea-level change in South Africa. *Quaternary Research* **57**, 82–90.

A Geologia da Região do Bilene

Luís Pina Rebêlo, Adriano Sênvano e Marco Ferraz

1. Introdução

A região costeira do Bilene localiza-se aproximadamente a 120 km para NE de Maputo, sendo conhecida pela sua lagoa de água salgada. A Lagoa do Bilene, com as suas águas calmas e transparentes, e praias de areia branca, faz parte de um conjunto de 7 lagoas costeiras que se desenvolvem ao longo de uma extensão de 45 km, separadas do mar por um cordão dunar. Actualmente é a única lagoa salgada da região, resultante da existência de uma barra que permite a sua comunicação com o mar. É, hoje em dia, um importante destino turístico para a população de Maputo e, cada vez mais, da África Austral. O elevado potencial turístico da região do Bilene vai conduzir, em futuro próximo, à rápida expansão urbana, o que obriga a que se tenha que acautelar a correcta ocupação do território e a adequada exploração dos seus recursos geológicos. A cartografia geológica é um importante instrumento que permite contribuir decisivamente para esse fim. Foi essa uma das principais razões que estiveram na base da escolha desta região para a elaboração da cartografia na escala 1:50 000.

2. A Carta Geológica

A geologia da região é dominada por processos eólicos e por processos marinhos costeiros, contando-nos uma história de avanços e recuos da linha de costa e de episódios de deposição costeira de sedimentos, acompanhada por movimentações dunares importantes.

A região costeira do Bilene enquadra-se num sistema dunar transgressivo (campo de dunas que se movem para o interior do continente) de grande dimensão, limitado a oeste pelo Rio Incomati e a leste pelo Rio Limpopo, com uma frente oceânica de aproximadamente 70 km e uma penetração para o interior de aproximadamente 60 km.

A maior escala, a zona do Bilene apresenta dois grandes sistemas deposicionais: um vasto **Sistema Dunar Interior**, localizado para norte das lagoas, e uma **Barreira Costeira**, junto ao mar. A separar estes dois sistemas existe um conjunto de lagoas, do qual a Lagoa do Bilene faz parte. A realização da carta geológica à escala 1:50 000 (figura 65), permitiu-nos aprofundar o conhecimento dos processos marinhos, eólicos e lagunares regionais, de forma a compreender-se a evolução costeira do local, contribuindo assim para uma melhor utilização do território.

As unidades geológicas existentes na região do Bilene são o resultado dos processos costeiros que ocorreram sobre este troço do litoral moçambicano durante o Plistocénico Superior e o Holocénico (últimas centenas de milhares de anos). Estes processos estão directamente ligados a variações do nível do mar ocorridas durante esse intervalo de tempo, com a consequente deslocação da linha de costa no sentido do oceano, quando o nível do mar baixou, e no sentido do continente, quando o mar subiu, associadas a uma grande disponibilidade sedimentar e a um transporte eólico intenso.

No presente trabalho, e na tentativa de apresentar a geologia como uma história, escolhemos as variações do nível do mar e a consequente deslocação da linha de costa como fio condutor para descrever as unidades geológicas presentes na região.

As areias eólicas são a litologia dominante, sendo em geral de grão médio a fino. A sua cor varia de laranja a castanha, devido à presença de óxidos de ferro, a branca. As areias de praia, em geral mais grosseiras, apresentam igualmente diferentes cores, consoante o local, indiciando que a erosão das dunas é uma fonte de sedimento importante na deriva litoral.

De acordo com o que se deduz da morfologia dunar, o vento, responsável pela formação das dunas, não alterou significativamente a sua direcção ao longo da evolução deste sector de costa, sendo o sentido de movimentação das dunas mais antigas de SSE para NNW, enquanto que o sentido de deslocação das dunas mais recentes varia de SSE a S para NNW a N.

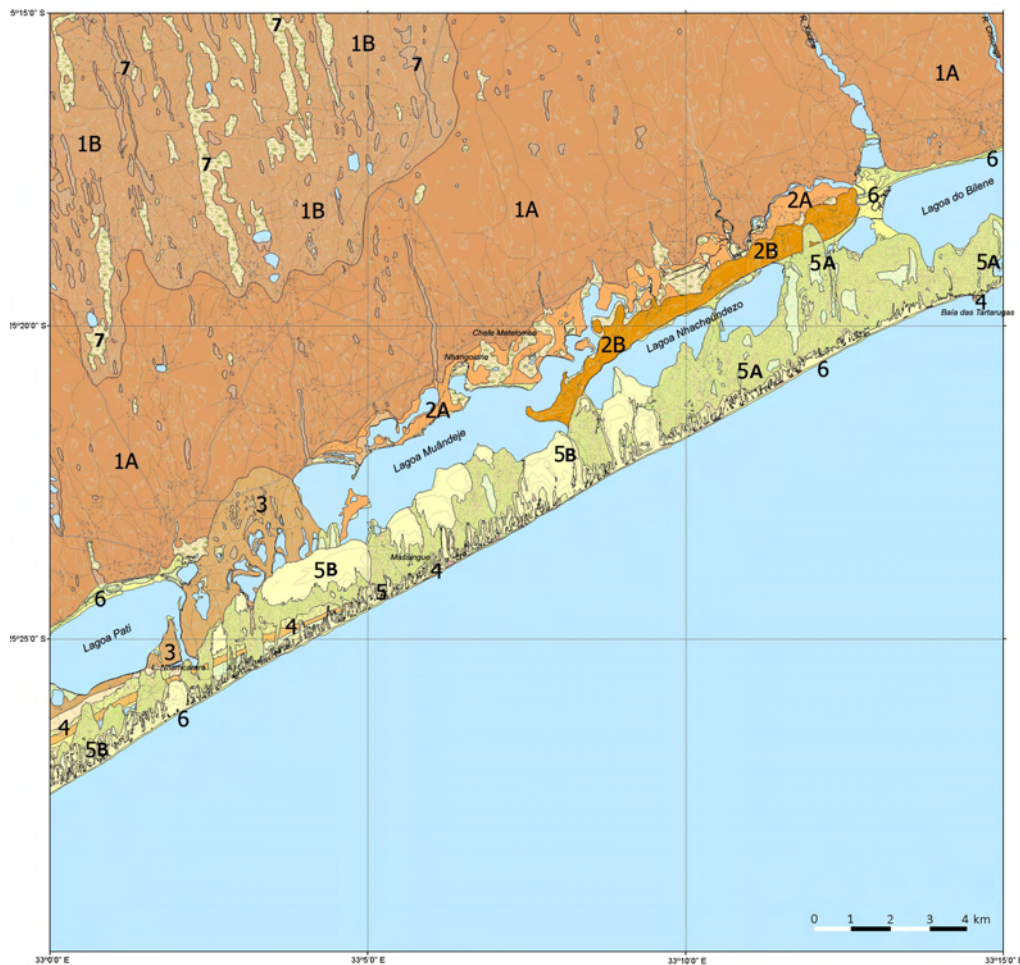


Figura 65. Carta Geológica da Região Costeira do Bilene, à escala 1:50 000, Folha 1180. Legenda: Sistema Dunar Interior (Unidades 1A e 1B); Restingas Costeiras (Unidades 2A e 2B); Barreira Costeira: Unidade Dunar Transgressiva (3); Barras Progradantes (4); Unidade Dunar Transgressiva: Dunas fixas por vegetação - 5A; Dunas móveis - 5B; Unidades Costeiras Actuais de Planícies Intertidais, Praias e Dunas Frontais (6); Depressões Interdunares, com fundo aplanado (7).

3. Evolução geológica da região costeira do Bilene

As unidades geológicas referidas a seguir são as que constam na figura 65 e as setas relativas ao nível do mar indicam se estamos perante um período onde o nível do mar estava mais elevado ou próximo do actual (↑), ou de nível do mar mais baixo que o actual (↓).

A evolução geológica da região costeira do Bilene, tendo por base uma cronologia relativa, pode ser descrita em 6 fases distintas que a seguir se descrevem.

Fase 1 - Instalação do Sistema Dunar Interior - Unidades 1A, 1B (nível do mar: (↓))

As formações mais antigas abrangidas pela carta do Bilene correspondem às dunas do Sistema Dunar Interior. Trata-se de um sistema dunar transgressivo formado num período de grande disponibilidade sedimentar no litoral, sendo que o nível do mar estava mais baixo do que o actual, pois alguns dos seus espaços interdunares estão hoje alagados, conforme se pode observar no limite sul da unidade. As cotas das cristas dunares vão aumentando gradualmente de SSE para NNW, formando uma rampa do litoral para o interior.

A morfologia dunar reflecte actividade eólica onde predominam as dunas parabólicas, sendo ainda visíveis os braços alongados das dunas que migraram para o interior e que originam relevos alongados segundo a direcção NNW-SSE (figura 66).



Figura 66. Braço de duna parabólica do sistema dunar transgressivo (identificado pela seta a branco). Ao centro, cicatriz erosiva na superfície da duna, evidenciando a cor laranja da areia. Na base, junto à água, as areias brancas que caracterizam as praias envolvidas de todas as lagoas da região. *Fotografia de Luís Rebêlo (25°15'16,16''S; 33°17'06,05''E).*

A areia das dunas da Unidade 1A é, em geral, cor-de-laranja, mas a cor pode variar substancialmente com a alteração superficial. Se em alguns locais a duna preserva a sua cor laranja até ao topo, noutros locais a areia passa gradualmente de cor laranja a castanha clara em direcção ao topo.

Mais para o interior, afastando-nos da costa, a camada superficial da areia apresenta-se mais clara, quase branca (unidade 1B). Nesta zona é comum a formação de lagoas temporárias e pântanos. A cor branca da areia reflecte a lavagem ocorrida dos óxidos de ferro, responsáveis pelo tom laranja das areias. Estas estreitas e compridas lagoas, que correspondem a espaços interdunares orientados segundo a direcção NNW-SSE, estão relacionadas com a subida do nível da água (nível freático) no interior do sistema dunar. As oscilações do aquífero livre deste sistema dunar, responsáveis pela intermitência na formação das lagoas, estão relacionadas com as enchentes dos rios Incomati e Limpopo, cujos afluentes circundam, quase na totalidade, o sistema dunar.

Fase 2 - A subida do nível do mar e a invasão marinha (nível do mar: (↑))

Após o período em que o nível do mar terá estado mais baixo que o actual e onde se formou o sistema dunar atrás referido, o mar voltou a subir para cotas semelhantes às actuais. O limite sul da unidade 1A mostra evidências deste episódio de subida do mar. Nos locais onde o relevo era mais baixo, o mar terá submergido as dunas, formando pequenas baías; por sua vez, as zonas mais elevadas do campo dunar terão dado origem a promontórios, que ficaram sujeitos à erosão costeira. Essa erosão é particularmente visível nos cortes transversais existentes nos braços das dunas laranja que contactam com a margem norte da Lagoa do Bilene; as zonas de invasão marinha estão presentes na região de Chefe Matelombe e Nhangoiane (figura 65). Esta morfologia de antiga linha de costa ficou preservada até hoje, indicando que a reactivação eólica não foi significativa.

A erosão dos promontórios e o transporte fluvial associado aos rios Chicunga e Xaoine levaram à formação de duas barreiras costeiras, semelhantes a restingas: a primeira, mais incipiente, ter-se-á “encostado” a terra (unidade 2A), enquanto que a segunda, com maior dimensão e mais bem preservada, se destacou ligeiramente da costa (unidade 2B).

Fase 3 - Descida do nível do mar e a invasão marinha (nível do mar: (↓))

Após o período anterior em que os processos costeiros, associados a níveis do mar próximos do actual, terão modelado o litoral, terá ocorrido uma nova fase de rebaixamento significativo do nível do mar. As unidades geológicas resultantes dos processos costeiros que ocorreram durante esta fase de “baixo nível do mar” estarão hoje submersas, ou soterradas pela actual barreira costeira.

Fase 4 - A formação da Barreira Costeira hoje existente e das Lagoas (nível do mar: (↑))

Durante esta nova subida do nível do mar ter-se-á iniciado a formação da actual barreira que separa as lagoas do oceano. As barreiras costeiras são estruturas longas e estreitas que se formam em resultado da acumulação de sedimentos de praia e duna, como reflexo dos processos costeiros dominantes, e estão intimamente associadas à linha de costa. Durante a subida do nível do mar, a grande disponibilidade sedimentar junto ao litoral parece ter sido de molde a que o crescimento vertical da barreira, através do empilhamento das dunas, terá suplantado os processos de migração na horizontal, dominados pelos galgamentos de águas oceânicas. Como consequência da predominância do crescimento na vertical, a barreira ficou destacada da antiga linha de costa mencionada na fase 2, dando origem a um sistema lagunar entre a barreira e as dunas mais antigas da unidade 1A.

Evolução da Barreira Costeira

A barreira costeira conta-nos, por sua vez, uma história evolutiva complexa, com novas evidências de subidas e descidas do nível do mar mas, sobretudo, com alterações significativas da posição da linha de costa. Destacam-se três unidades dunares: duas claramente transgressivas que contribuíram, e contribuem, para colmatar as lagoas e onde a linha de costa se deverá ter deslocado para o interior (Unidades 3 e 5); e uma terceira, com tendência progradante, caracterizada pela existência de cordões costeiros, que terá deslocado a linha de costa no sentido do oceano - Unidade 4 (figuras 67 e 68).



Figura 67. Dunas do Interior (Unidade 1); Duas gerações de dunas transgressivas da Barreira Costeira (Unidades 3 e 5) e sistema dunar progradante da Barreira Costeira (Unidade 4). *Fotografia de Luís Rebêlo* (Lagoa Nhamcarara, 25°25'46,36"S; 33°01'59,81"E).



Figura 68. Dunas do Interior (Unidade 1); Sistema progradante da Barreira Costeira (Unidade 4); Dunas transgressivas da Barreira Costeira (Unidades 5). Entre os vários cordões dunares da fase progradante existem, por vezes, pequenas lagoas de água doce como a que se observa em 1º plano (b). Entre a Unidade 4 e a Unidade 1, a Lagoa Páti (a). *Fotografia de Luís Rebêlo* (25°26'10,60"S; 33°01'15,78"E).

As dunas da Unidade 3 correspondem a um evento transgressivo que se destacou da barreira. Ao migrarem para o interior terão coberto o espaço lagunar sobrepondo-se, na sua extremidade norte, às dunas da Unidade 1A (figura 65). Esta migração ocorreu com um nível do mar inferior ao actual uma vez que os espaços interdunares, ainda preservados, apresentam pequenos lagos e pântanos. Este evento dunar terá sido responsável pelo início do seccionamento da lagoa contínua, então existente, em várias lagoas, modelo que hoje se observa.

A Unidade 4, constituída por uma sucessão de cordões dunares (figura 68, 4) intercalados com pequenos lagos (figura 68, b) e depressões interdunares aplanadas, mostra uma tendência prográdante da costa (deslocação da linha de costa no sentido do oceano) e reduzida formação de dunas transgressivas. A instalação destes cordões dunares terá, no entanto, sido antecedida por um episódio erosivo, semelhante ao descrito na fase 2, tendo erodido as dunas da Unidade 3, conforme se pode inferir pela existência de uma antiga linha da costa intersectando o relevo dunar existente (contacto a sul da Lagoa Nhamazanza).

Faz parte da Unidade 4 o afloramento mais conhecido na região do Bilene, designadamente as dunas consolidadas existentes a sul da barra da Lagoa do Bilene e na baía das Tartarugas (eoleanito do Bilene). O eoleanito, que neste último local tem mais de 20 metros de altura e evidencia três pulsações distintas (figura 69), aflora igualmente junto à costa em mais três locais: dois para norte da barra e um na zona de Massingue. O tramo superior apresenta longos tubos verticais de origem cársica preenchidos por areias mais recentes de cor alaranjada (figuras 69 e 70).



Figura 69. Eoleanito do Bilene (a sul da barra da lagoa). O afloramento expõe três pulsações dunares distintas com diferentes atitudes da estratificação interna. O topo do afloramento apresenta tubos verticais em resultado da dissolução do carbonato de cálcio do eoleanito.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°19'40"S; 33°14'32"E).



Figura 70. Eoleanito do Bilene (a 8 km para ENE da barra da Lagoa do Bilene). Pormenor da morfologia causada pela dissolução do carbonato de cálcio do eoleanito. Os tubos verticais são mais comuns no tramo superior da duna. São também visíveis estruturas de raízes (rendilhado em primeiro plano e um pouco por todo o afloramento) evidenciando a presença de vegetação durante o período de consolidação.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°17'05"S; 33°19'36"E).

Um aspecto curioso de mencionar relaciona-se com os depósitos ricos em matéria orgânica (por vezes com troncos de dimensões métricas) que se encontram na praia, algumas vezes aplanados pela erosão marinha (figura 71). Estes afloramentos correspondem aos depósitos das lagoas existentes, e já anteriormente mencionadas (figura 68, b), entre os cordões dunares, sendo que a sua presença actualmente na praia se deve ao facto do recuo da actual linha de costa estar a intersectar os depósitos das antigas lagoas.



Figura 71. Depósitos lagunares ricos em matéria orgânica. O facto da aplanção se prolongar por debaixo das dunas e estar a uma cota superior à da maré normal indicia a existência de um nível do mar mais elevado do que o actual, anteriormente à formação das dunas que cobrem os depósitos. *Fotografia de Luís Rebêlo* (25°24'25,27"S; 33°05'20,70"E).

As dunas das Unidades 5A e 5B apresentam carácter transgressivo muito vincado, verificando-se a existência de várias pulsações dunares que levam à individualização de vários episódios distintos na Unidade 5A. A geometria das dunas indicia que o início da sua formação ocorreu com o nível do mar mais baixo que o actual (↓), pois a parte inferior dos interdunares da pulsação dunar mais antiga parece localizar-se abaixo do actual nível da praia. Parte significativa do sistema dunar está actualmente activo (figura 65, 5B), verificando-se uma tendência de progressão de SSE para NNW, sentido idêntico ao da deslocação dos outros eventos transgressivos observados. As dunas são, na sua grande maioria, parabólicas. Em alguns locais, as frentes de avanço das dunas ocorrem sobre as lagoas, exemplificando com clareza, como ocorre o processo de colmatação das lagoas costeiras (figura 72). Actualmente, a maior parte destas dunas encontra-se fixada por vegetação (figura 65, 5A), mas a sua progressão no passado foi de molde a sectionar a lagoa original nas múltiplas lagoas actualmente existentes. A pulsação mais antiga, designada por 5.2, é constituída por areia cor-de-laranja (figuras 73 e 74, 5.2). Esta pulsação depositou-se sobre o eoleanito do Bilene após este ter sofrido carsificação, encontrando-se a sua areia a preencher as cavidades cársicas existentes (figura 73). No topo deste evento é visível, por vezes, um paleossolo bem desenvolvido, indicador de uma alteração climática entre esta pulsação e a suprajacente (figura 75), sendo frequente encontrarem-se vestígios de pedra lascada e cerâmica rudimentar no topo das areias desta pulsação dunar. Estas ocorrências sugerem a presença humana, provavelmente junto às lagoas de água doce que contactavam com a duna.



Figura 72. Avanço das dunas da Barreira Costeira (Unidade 5B) sobre a Lagoa Muãndeje. Em primeiro plano, as dunas transgressivas da Unidade 1A. *Fotografia de Luís Rebêlo*.

Por cima das areias cor-de-laranja ocorrem dunas de cor castanha, designadas de pulsação 5.3 (figuras 73 e 74, 5.3), que, em alguns locais, se apresentam consolidadas. A consolidação desta duna é, no entanto, distinta da que ocorre no eoleanito do Bilene. Contrariamente a este, que se apresenta em geral com aspecto maciço, a pulsação 5.3 apresenta uma consolidação em lâminas finas, conferindo um carácter mais frágil ao arenito, razão pela qual foi designado por eoleanito mil-folhas (figura 76).

Por cima das areias castanhas ocorre, por vezes, uma nova pulsação com areias de cor alaranjada, designada por 5.4. Este evento é visível sobretudo nos afloramentos a norte da barra da Lagoa do Bilene (figura 74, 5.4).

Por cima das areias alaranjadas, e por baixo da vegetação, ocorrem as areias castanhas claras que cobrem quase todo o sistema transgressivo - pulsação 5.5 (figuras 73 e 74, 5.5).



Figura 73. Sequência dunar a norte da baía das Tartarugas. É visível o preenchimento do carso, existente no topo da unidade 4, pela pulsação 5.2 (areia cor-de-laranja) da Unidade 5A. Neste local, a pulsação 5.3, também da Unidade 5A, apresenta um paleossolo no seu topo.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°19'36"S; 33°14'29"E).



Figura 74. Sequência de eventos dunares da Unidade 5A, a norte da abertura da Lagoa do Bilene (5.2 a 5.5). O evento da base (pulsação 5.2) é interpretado como sendo o que se encontra sobre o eoleanito do Bilene, preenchendo as cavidades cársicas. A duna activa actual, Unidade 5B, está representada pelo evento 5.6. *Fotografia de Luís Rebêlo (25°17'48"S; 33°17'55"E).*



Figura 75. Paleossolo, de cor castanho avermelhado, sobre a pulsação 5.2. *Fotografia de Adriano Sêvano (25°16'29,61"S; 33°20'45,36"E).*



Figura 76. Afloramento de duna consolidada (eoleanito mil-folhas) junto à praia, a norte da abertura da lagoa - pulsção 5.3. *Fotografia de Adriano Sêvano* (25°16'39"S; 33°20'29"E).

Fase 5 - Os processos costeiros actuais na costa oceânica e no ambiente lagunar

A linha de costa da zona do Bilene apresenta evidências de estar em recuo. As praias são estreitas e o mar atinge frequentemente o sopé das dunas antigas provocando o seu colapso (figura 77). As dunas frontais, quando existem, confinam-se às zonas deprimidas e aplanadas, originadas pela deflação das dunas antigas (figura 78). A areia da praia, transportada pelo vento, penetra na barreira costeira sobretudo ao longo dos espaços interdunares. Esta areia é, em geral, de cor clara, contendo fragmentos de conchas. No entanto, nos locais onde as dunas antigas estão sujeitas à erosão marinha ou eólica, a libertação dos sedimentos leva a que as dunas móveis apresentem tonalidades mais escuras, com cores que variam entre o castanho claro e o cor-de-laranja. Os afloramentos de eoleanito, sobretudo os do eoleanito do Bilene, devido à sua maior resistência à erosão, jogam um papel importante no retardamento do recuo da linha de costa, sendo o caso mais evidente o que se verifica a sul da barra da Lagoa do Bilene.

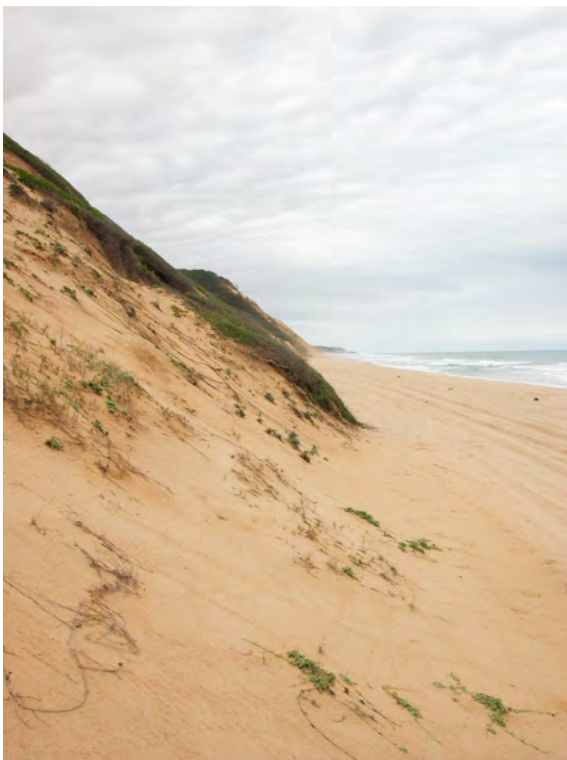


Figura 77. Evidência de recuo da linha de costa da margem oceânica da barreira costeira: erosão da base das dunas da Unidade 5A. *Fotografia de Luís Rebêlo* (25°19'47"S; 33°13'19"E).



Figura 78. Duna frontal recente, disposta paralelamente à linha de costa, formada sobre superfície de deflação das dunas antigas (à esquerda, com cor mais alaranjada). *Fotografia de Luís Rebêlo* (25°19'58"S; 33°13'23"E).

O interior das lagoas possui um sistema sedimentar próprio reflectindo um ambiente de baixa energia. As praias são formadas por areia branca, conferindo à água uma cor esmeralda.

A conjugação das correntes de maré e das correntes induzidas pelo vento origina um sistema de restingas, barras e planícies intertidais nas zonas marginais das lagoas (figura 79). Devido às variações bruscas induzidas no nível da água pela abertura e fecho da barra, a localização destas estruturas varia no espaço, tendo como resultado a formação de sucessões de barras e restingas. Esta disposição das estruturas costeiras é visível nos períodos em que a barra está aberta, o que leva ao máximo o abaixamento do nível da lagoa.

A zona norte das lagoas é a que apresenta maior desenvolvimento das estruturas costeiras anteriormente referidas, provavelmente como reflexo do transporte sedimentar das ribeiras que nelas desagüam. Por seu lado, o estreitamento da lagoa na margem sul é fundamentalmente provocado pelo avanço das dunas, o que tende a originar uma margem mais profunda (figura 80).



Figura 79. Sucessão de pequenas barras de areia formando uma planície costeira na margem norte da Lagoa Páti. Em segundo plano, as dunas transgressivas das unidades 5A e B. É igualmente observável a cor branca das praias que bordejam as lagoas.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°24'14"S; 33°01'33"E).



Figura 80. Margem sul da Lagoa Moândeje, caracterizada por um aumento brusco de profundidade nas suas margens como reflexo da invasão dunar.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°22'17"S; 33°07'21"E).

3.1. A abertura e o fecho da barra e as consequências para o ordenamento do território

Contrariamente às restantes lagoas, onde a altura das dunas que se desenvolveram sobre a barreira impede a passagem da água directamente para o mar, no caso da Lagoa do Bilene existe uma ligação entre a lagoa e o Oceano Índico. A comunicação entre as duas massas de água faz-se através de uma estreita barra instalada numa zona de ruptura da barreira costeira. Esta ruptura terá sido gerada pelo escoamento da água da lagoa, aproveitando o espaço interdunar de uma duna parabólica, associado ao facto da barreira ser significativamente mais estreita nessa zona.

A barra não se encontra sempre aberta, verificando-se um “medir de forças” entre a tendência para o fecho, com o desenvolvimento de uma pequena barreira e a construção de dunas no seu topo, e a ruptura desta estrutura provocada pelo escoamento das águas da lagoa.

Após fechar, a abertura natural da barra depende do nível da água no interior da lagoa suplantar a cota máxima do cordão arenoso que faz a separação do mar. Este processo natural acarreta alguma incerteza relativamente ao nível máximo que a lagoa atinge quando se fecha a comunicação com o oceano, pois está dependente da altura da barreira costeira. Este é um dos pontos a ter em conta no ordenamento das lagoas. As zonas planas, sempre cobçadas para construção (figura 81), são geralmente formadas debaixo de água (planícies intertidais), pelo que poderão estar sujeitas a alagamento caso a barra feche e a lagoa encha. A abertura artificial da lagoa pode dar uma falsa noção de estabilidade do nível da água, pelo que as construções na orla costeira deverão ter em conta as estruturas geológicas existentes, que são boas indicadores dos valores máximos atingidos pelas cheias.



Figura 81. Habitações construídas sobre uma restinga na margem norte da Lagoa do Bilene. Nível de inundação marcado pelas setas a vermelho.

Fotografia de Luís Rebêlo (25°16'32"S; 33°16'32"E).

3.2. Conclusões

Os trabalhos efectuados, no âmbito da cooperação, para a elaboração da carta geológica da zona do Bilene levaram a um significativo aumento de conhecimento sobre a geologia da região, em particular à melhor compreensão dos processos geológicos que moldaram este sector da costa moçambicana. O conhecimento agora adquirido servirá de suporte para o correcto planeamento do ordenamento do território e consequente desenvolvimento sustentável desta importante região turística.

4. Referências bibliográficas

Rebêlo, L., Sêvano, A., Milisse, D., Ferraz, M., Mutisse, J. A., Brito, P., com colaboração de Fumo, C., Manjate, A., Mussane, A., 2012. *Carta Geológica da Região do Bilene, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.



O estado geoambiental da região da Grande Beira

José Tomás Oliveira, Dino Milisse, Elias Daudi, Elsa Ramalho, Judite Fernandes, Lúcia Quental,
Maria João Batista e Ruben Pereira Dias

1. Introdução

A Região da Grande Beira, isto é, a cidade de cimento e a imensidade de aglomerados urbanos que a envolvem, estendendo-se a área geográfica até à região do Dondo, foi objecto do projecto de cooperação entre Portugal e Moçambique designado “Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000”. Este projecto, iniciado em 2005, foi concluído em 2011. O trabalho foi desenvolvido por equipas mistas luso-moçambicanas, em trabalhos de campo e de gabinete realizados no Laboratório Nacional de Energia e Geologia, em Alfragide, Portugal, e na Direcção Nacional de Geologia, Maputo, Moçambique.

Nas Notícias Explicativas (Dias *et al.*, 2011a; Quental *et al.*, 2011a) destas Cartas (Dias *et al.*, 2011b; Quental *et al.*, 2011b), assim como no Relatório Final do Projecto (Dias *et al.*, 2011c; Quental *et al.*, 2011c), estão descritos e comentados em pormenor os aspectos técnico-científicos mais relevantes. Estes documentos encontram-se depositados na Direcção Nacional de Geologia de Moçambique e no Laboratório Nacional de Energia e Geologia, em Portugal.

A região da cidade da Beira e arredores e, em menor grau, a região do Dondo, sofreram grandes modificações desde a independência de Moçambique. A população quintuplicou, sendo actualmente próxima do meio milhão na Beira e 100 000 no Dondo, o que trouxe problemas ao nível do saneamento básico, do abastecimento de água, do ordenamento do território, dos transportes e das carências alimentares. O porto e o caminho-de-ferro, as principais fontes de rendimento da região, viram as suas actividades seriamente comprometidas em alguns períodos de maior instabilidade provocados pela guerra civil e pela degradação da situação política e social no vizinho Zimbabwe. Nos últimos anos, esta tendência negativa tem vindo a inverter-se, principalmente devido à recuperação da actividade do porto e à recente reparação do caminho-de-ferro que irá trazer da região de Tete, para exportação, o carvão que ali se explora.

Todos estes condicionalismos contribuem para o estado degradado em que se encontra boa parte do edificado da cidade velha (figura 82), a sujidade que se verifica nas ruas, as lixeiras (figura 83) e latrinas junto dos aglomerados urbanos e de habitações individuais, as feiras e mercados de rua desordenados, onde tudo se negocia e, num toque de modernidade, o trânsito intenso nalgumas horas de ponta (figura 84).



Figura 82. Edificado, na cidade de cimento, em mau estado de conservação.

Fotografia de José Tomás Oliveira.

Tudo isto causa impressão menos positiva a quem chega e constitui um desafio em termos ambientais. Foi esse desafio que nos propusemos investigar com a realização deste projecto. Após análise preliminar da situação e

em paralelo com a realização da cartografia geológica, rapidamente se constatou que a vida das populações se faz à volta de quatro actividades dominantes, todas elas potencialmente indutoras de problemas ambientais: os mercados de rua (figura 85) e a actividade portuária (figura 86), o trabalho nas machambas (figura 87) e a recolha de água junto a fontanários (bombas) públicos (figura 88) ou poços, trabalhos quase exclusivos das mulheres.

Deste modo, escolheram-se as seguintes áreas de maior sensibilidade ambiental para estudo: qualidade dos solos e dos sedimentos das linhas de água e de canais de drenagem susceptíveis de condicionarem a cadeia alimentar; qualidade das águas subterrâneas consumidas pela população; condicionantes naturais, nomeadamente ecológicas (mangais) e erosão costeira.



Figura 83. Lixeira da cidade a NW do bairro Munhava-Matope. O elevado grau de impermeabilização dos solos do tipo matope não permite a drenagem nem a infiltração dos resíduos líquidos, colocando um acrescido problema de insalubridade.

Fotografia de Elsa Ramalho.



Figura 84. Os progressos recentemente alcançados têm permitido alguma recuperação do edificado e o aumento do parque automóvel.

Fotografia de José Tomás Oliveira.



Figura 85. Pelos alegres e muito concorridos mercados de rua e feiras passa muita da actividade da população. Os negócios são maioritariamente controlados pela população masculina. *Fotografia de Ruben Dias.*



Figura 86. O porto da Beira, outrora importante porto comercial e mineiro, tem vindo a retomar a sua actividade, sendo actualmente uma das principais plataformas de abastecimento do *interland* africano, em combustíveis e outras mercadorias.

Fotografia de Ruben Dias.



Figura 87. O trabalho agrícola na machamba, a cargo das mulheres, e os produtos aí recolhidos constituem o principal meio de subsistência da maioria da população.

Fotografia de José Tomás Oliveira.



Figura 88. Boa parte da vida diária nos bairros sub-urbanos da cidade decorre tradicionalmente em torno dos fontanários públicos. *Fotografias de Ruben Dias e Judite Fernandes.*

A Carta Geoambiental da Grande Beira é, tanto quanto é do nosso conhecimento, o primeiro documento desta natureza publicado em Moçambique. Daí que tenha sido escolhida a sua abordagem, embora simplificada, neste livro comemorativo.

2. Breve resumo das metodologias usadas

Na elaboração da Carta Geoambiental da Região da Grande Beira foram usadas várias metodologias, em função dos objectivos a atingir (Dias *et al.*, 2010, 2012; Fernandes *et al.*, 2010, 2012; Quental *et al.*, 2011c).

Tendo em vista a obtenção de uma visão global da região, foi elaborada a Carta de Ocupação do Solo a partir do estudo de imagens de satélite multiespectrais (figuras 89A e 89B). Para identificação e conhecimento da evolução de alguns elementos de interesse, procedeu-se a um estudo multitemporal com imagens desde 1991 a 2007 (Quental *et al.*, 2009).

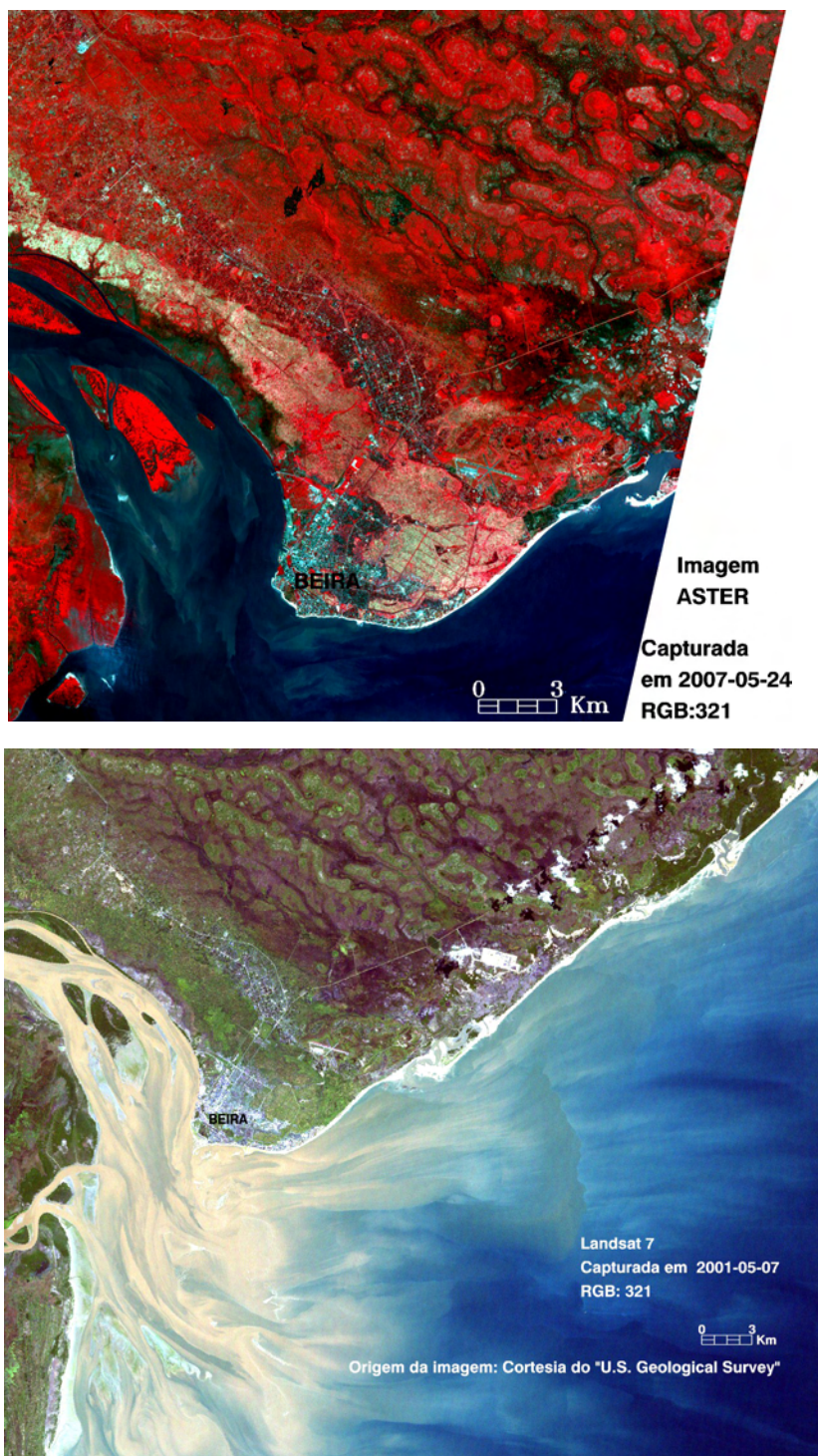


Figura 89. A) Imagem ASTER que serviu de base à elaboração da Carta Geoambiental. B) Imagem LANDSAT, 2001. Notar a carga sedimentar transportada por correntes vindas dos rios Pungué e Buzi, e o seu desvio induzido pelas correntes de maré (Quental *et al.*, 2011c).

Para investigação da **qualidade dos solos** procedeu-se à amostragem em pequenos poços, escavados para o efeito nas áreas sub-urbanas mais densamente habitadas das cidades da Beira e do Dondo (figura 90A), em machambas, nas áreas de trasfega e armazenamento do porto, e também em sedimentos colhidos nos cursos de água e em canais de drenagem (figura 90B) (Batista *et al.*, 2011). A cultura popular africana acredita na magia e no feitiço. Em várias situações, houve que dar explicações às pessoas sobre o que estávamos a fazer nos solos, porque recebiam que queríamos inquiná-los com veneno para fazermos algum feitiço (figura 91).

As análises químicas foram realizadas num laboratório comercial do Canadá.



Figura 90. A) Amostragem de solos. Amostras colhidas na parte superior (solo superficial) e inferior (solo sub-superficial).

Fotografia de Judite Fernandes.

B) Colheita de sedimentos num canal de drenagem.

Fotografia de José Tomás Oliveira.



Figura 91. Nalguns casos, houve que dar explicação às pessoas sobre o objectivo do estudo do solo.

Fotografia de Judite Fernandes.

A **qualidade das águas** foi estudada a partir de amostras obtidas em poços sujeitos a intensa extracção sem contudo integrarem a rede pública de abastecimento (figura 92). Ainda no campo, foram medidos parâmetros físico-químicos (figura 93) e feitas análises químicas preliminares com equipamento portátil específico (figura 94). Posteriormente procederam-se a estudos bacteriológicos, no Laboratório de Higiene de Água e Alimentos da Beira, a estudos de química orgânica na Agência Portuguesa de Ambiente e inorgânica num laboratório comercial do Canadá. Tendo-se detectado que a água recolhida nalguns poços era salobra, e tendo por base o conhecimento geológico e hidrogeológico do aquífero, obtido por sondagens realizadas por organismos públicos e privados, foram realizados diversos perfis geofísicos utilizando um método electromagnético no domínio frequência (figura 95), que permitiram identificar um nível contínuo, em profundidade, de águas salobras e salgadas (Fernandes *et al.*, 2012).



Figura 92. Amostragem de água retirada de um poço de abastecimento público. As pessoas, logo que esclarecidas sobre os motivos da recolha da água, mostraram-se sempre disponíveis para colaborar.

Fotografia de Judite Fernandes.



Figura 93. Medição de parâmetros físico-químicos no campo com equipamento portátil.

Fotografia de Ruben Dias.



Figura 94. Realização de análises químicas preliminares com equipamento portátil específico trazido de Portugal. *Fotografia de Maria João Batista.*

A **evolução das regiões costeiras**, marinha e estuarina, foi feita a partir do estudo de fotografias aéreas, imagens de satélite multiespectrais e imagens *Google Earth*.

A localização das amostras relativas às várias metodologias, bem como os resultados das respectivas interpretações, foram lançados na **Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000** (Dias *et al.*, 2011b), efectuada em simultâneo com a Carta Geoambiental (figura 96) (Quental *et al.*, 2011b). As unidades estratigráficas cartografadas foram as seguintes, das mais recentes para as mais antigas:

Holocénico: Qa - aluviões silto-arenosos; Qe - aluviões e eluviões indiferenciados; Q_{ma} - areias, siltes e argilas com mangal; Qsa - areias siltes e argilas, com sapal; Qmr - depósitos silto-argilosos de marisma; Qd - areias de duna; Qm - areias de praia;

Plistocénico: Qt - depósitos areno-silto-argilosos de terraço fluvial; Qda - depósitos arenosos de antigos cordões litorais;

Pliocénico: NDo - areias do Dondo;

Miocénico Superior: NMz - conglomerados, areias e argilas da Formação do Dondo.

Esta cartografia permitiu estabelecer a correlação entre as análises dos solos e águas, e as litologias das várias unidades estratigráficas.



Figura 95. Medição das propriedades electromagnéticas do solo. Esta técnica foi utilizada para averiguação da salubridade da água em aquíferos, e também da poluição do solo em metais e outros materiais condutores de corrente eléctrica gerada no equipamento utilizado, neste caso na área do porto e junto à lixeira municipal da Beira. *Fotografia de Elias Daudi.*

3. O estado geoambiental da região

Quanto à **Qualidade dos Solos** e dos **Sedimentos de Corrente** em áreas habitacionais, machambas, linhas de água, canais de drenagem e no porto, o estudo geoquímico mostra que, na região da Beira, essa qualidade é, em geral, bastante aceitável (figura 96).

O tratamento refinado dos dados mostra, contudo, que há uma linha de fronteira que separa as áreas mais poluídas das que apresentam poluição mais baixa (figura 96). Na região envolvente da cidade do Dondo, a pouca poluição que se verifica nos solos ocorre nas imediações de alguns poços devido à proximidade de lixeiras domésticas.

Relativamente à **Qualidade da Água Subterrânea** consumida pela população, ela é, em geral, boa. A maior parte dos parâmetros físico-químicos medidos situa-se abaixo dos limites máximos admissíveis que constam no *Regulamento sobre a Qualidade de Água para Consumo Humano do Ministério da Saúde de Moçambique, Parte B - para a água destinada ao consumo humano fornecida por fontes de abastecimento público sem tratamento (2004)*. Quanto à microbiologia, não foram encontrados organismos patogénicos nas águas analisadas. Numa primeira amostragem foram identificados alguns compostos orgânicos perigosos cuja presença não se confirmou na segunda amostragem. O traçado da fronteira de salinidade de águas recolhidas de poços e furos de sondagem, até à profundidade de 50 metros, foi um dos principais objectivos deste projecto (figura 96). O estabelecimento desta fronteira constituiu um desafio bastante interessante, porque implicou a análise de vários parâmetros relacionados com a dinâmica sedimentar, a topografia e geomorfologia, a hidrografia, a ocupação do solo, a hidrogeologia, a geoquímica dos solos e os resultados da prospecção electromagnética. Este mapa constitui um documento de base que julgamos importante para a implementação de futuros programas de prospecção de água subterrânea para abastecimento à população.

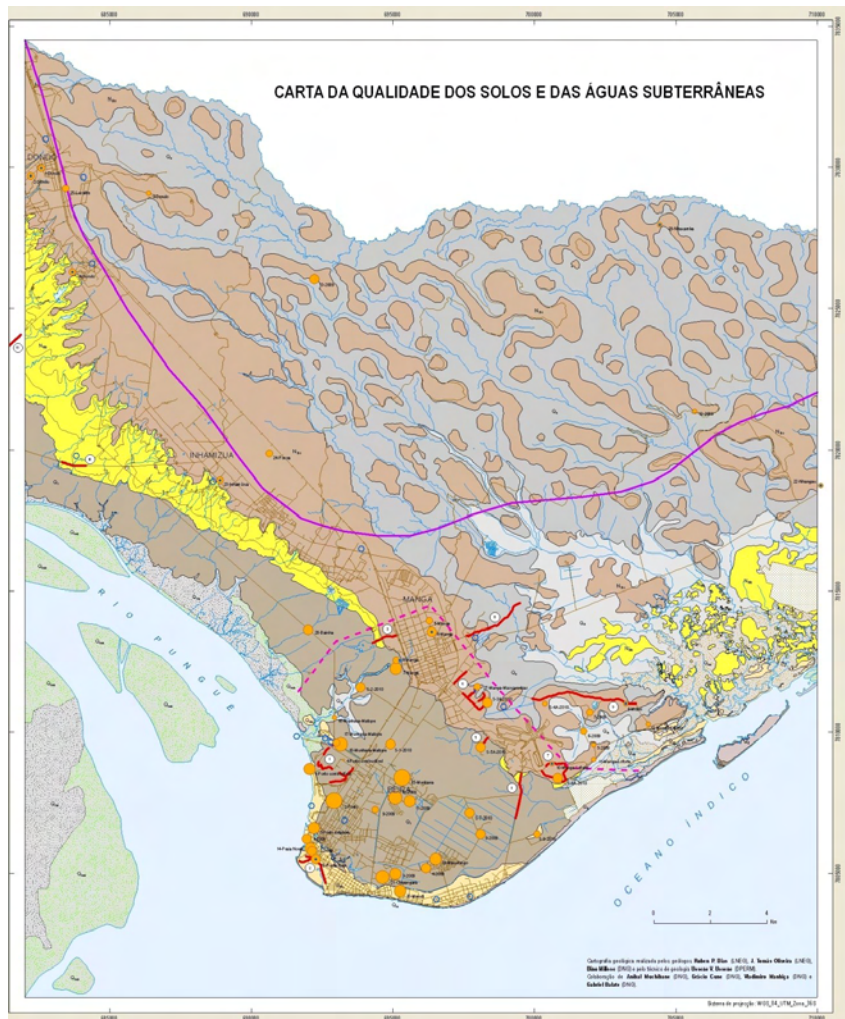


Figura 96. Carta Geoambiental da Região da Grande Beira. Unidades estratigráficas referidas no texto. Outros símbolos: traços a vermelho - perfis geofísicos; traçado a cor violeta - separa as áreas mais poluídas, a sul, das menos poluídas, a norte; linha contínua a roxo - separa as regiões com maior probabilidade de encontrar água salobra, a sul (aprisionada a profundidades superiores a 20 m), das áreas com água potável, a norte (Qental *et al.*, 2011b).

A **Região Costeira**, marinha e estuarina, está sujeita a oscilações na sua morfologia, como é conhecido. O estudo de fotografias aéreas, de imagens multiespectrais e de imagens *Google Earth* mostrou que, durante os últimos cinquenta anos, há zonas onde ocorreram variações significativas da sua morfologia, caso da região de Três Marias, Ponta Gea, nos mouchões e na margem direita do estuário do Pungué, enquanto que noutras a morfologia se manteve mais estável (figura 97). As causas destas variações são múltiplas e complexas, relacionadas com as alterações climáticas indutoras de variações na pluviosidade, que por sua vez condicionam o transporte de sedimentos para o mar através dos rios, a que acrescem as modificações no regime das marés, da ondulação e das correntes de deriva litoral.

A vegetação litorânea está sujeita a estas variações, em particular os mangais, que são sistemas ecológicos altamente sensíveis às variações da salinidade e da sedimentação (figura 98).

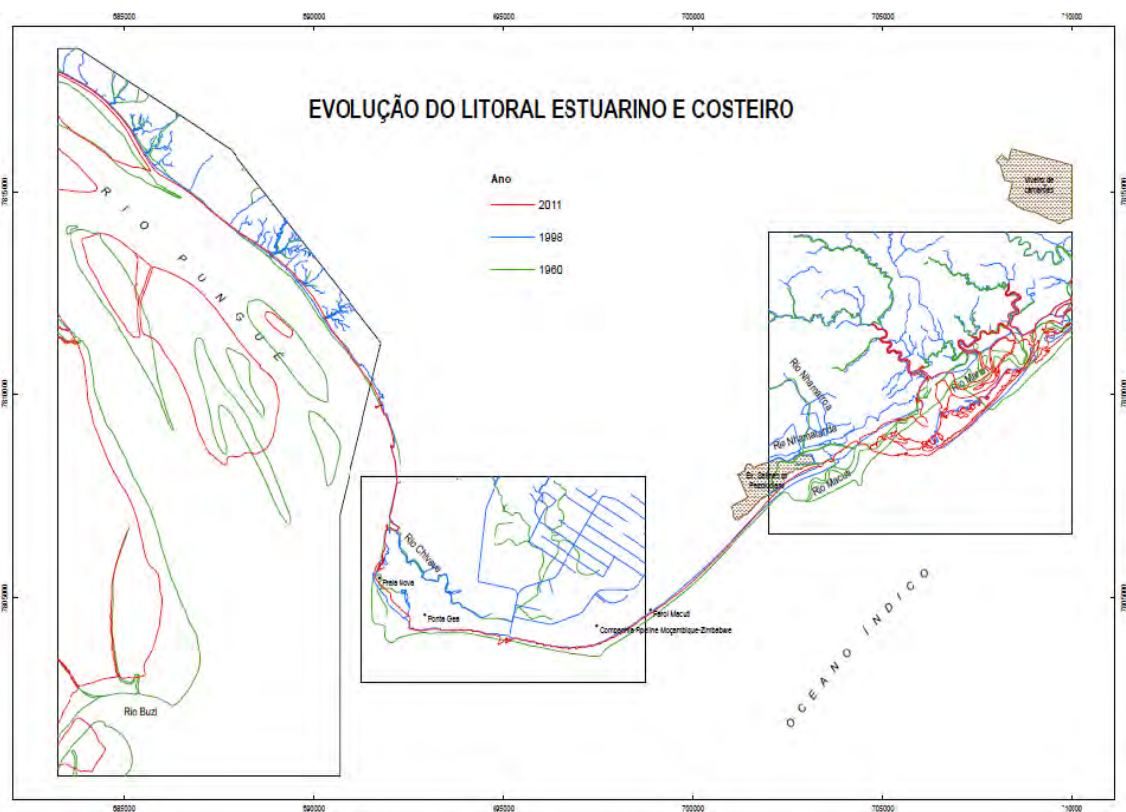


Figura 97. Mapa com evolução do litoral da Região da Beira, entre os anos 1960 e 2011 (Quental *et al.*, 2011b).



Figura 98. Morte do mangal, na margem direita do estuário do Pungué, junto à povoação de Macique. Notar os caules das árvores mortas ainda preservados na posição vertical. Desconhecem-se as causas desta mortandade. *Fotografia de Ruben Dias.*

4. Conclusões

Os resultados obtidos com este projecto mostram que a visão negativa inicial, do ponto de vista geoambiental, da cidade da Beira e áreas sub-urbanas, bem como da cidade do Dondo, não se concretizou. Apesar da sujidade que se verifica em muitas ruas e áreas residenciais sub-urbanas, da degradação do edificado urbano, das carências do saneamento básico (de que a existência de latrinas próximo das habitações tradicionais é um exemplo), a qualidade dos solos e da água consumida pela população é, em termos gerais, muito aceitável. As situações em que a qualidade geoambiental é menor, mas raramente preocupante, verificam-se na cidade da Beira e área envolvente. Conclui-se assim que:

- A sujidade das ruas das cidades e das áreas sub-urbanas é essencialmente causada por materiais plásticos e de papel, resistentes à decomposição química, pelo que sujam mas pouco poluem. As concentrações mais elevadas do elemento químico crómio são de origem natural, associadas à composição química original dos solos arenosos.

– A poluição dos solos que ocorre juntos dos fontanários e poços é devida à presença de lixeiras. Assim como a poluição observada em sedimentos, essencialmente nos canais que drenam a cidade se deve às múltiplas actividades urbanas bem como a deficiente recolha de resíduos urbanos e drenagem de esgotos.

– A ausência do uso de adubos para fertilização dos solos das machambas (são usadas cinzas domésticas para o efeito) faz com que estes tenham boa qualidade agrícola. Uma experiência levada a efeito com duas plantas, tomateiro e bhoé (planta localmente assim designada) mostrou que apenas o zinco apresenta concentrações elevadas. Elementos considerados não nutrientes para as plantas, como o crómio e o chumbo, apresentam concentrações muito baixas no tomate, comparativamente com o tomateiro. Já, por exemplo, a concentração em cobre é cerca de 3 vezes mais elevada no tomate do que no tomateiro. O manganês, elemento essencial no metabolismo do azoto e nos processos da fotossíntese, apresenta no tomateiro concentrações várias vezes superiores à concentração no solo superficial, e mais ainda relativamente ao solo sub-superficial.

– A qualidade química e bacteriológica da água dos poços é, salvo poucas excepções, bastante aceitável. As captações estão, em geral, protegidas por camadas impermeáveis de sedimentos argilosos, mas pode existir aumento de concentração de elementos químicos poluentes quando estão na proximidade de lixeiras ou latrinas. A água dos poços é captada na zona freática, a qual é renovada anualmente pelas chuvas.

– Nos últimos cinquenta anos, a região costeira tem estado sujeita a alterações na sua morfologia. A erosão de partes do litoral marinho e estuarino, bem como o assoreamento em áreas do estuário requerem a realização de estudos complementares que estão para além dos objectivos deste projecto.

Em resumo, a actual qualidade geoambiental da região das cidades da Beira e do Dondo é muito superior à que se verifica em muitas cidades de países desenvolvidos, onde a indústria pesada é a principal causa de poluição.

5. Referências bibliográficas

- Batista, M. J., Fernandes, J., Ramalho, E., Quental, L., Dias, R., Milisse, D., Manhiça, V., Ussene, U., Cune, G., Daudi, E. X., Oliveira, J. T., 2011. Geochemical Characterisation Of Soils And Sediments Of The City Of Beira, Mozambique: A Preliminary Approach. Chapter 31 In: Christopher Johnson, Alecos Demetriades, Juan Locutura And Rolf Tore Ottesen (Eds) *Mapping The Chemical Environment Of Urban Areas*. ©2011 John Wiley & Sons, Ltd, 584p. ISBN:978-0-470-74724-7.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Ramalho, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Quental, L., Milisse, D., Manhiça, V., Ussene, U., Cune, G., Daudi, E. X., 2010. Cartografia Geológica e Geoambiental da Beira, Moçambique, à escala 1:50 000 – resultados preliminares. VIII Congresso Nacional de Geologia, *Revista e-Terra: CNG 2010*, 9: Geociências do Ambiente e Geoengenharia, nº 2, 4 p. ISSN 1645-0388.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, V. U., Muchibane, A., Cune, G., Manhiça, V., Balate, G., com colaboração de Ramalho, E., Daudi, E., Magaia, A., Nave, S., Rebêlo, L., Muchanga, A., Lidia, C., Gomane, Z. G., 2011a. *Parte I - Notícia Explicativa da Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. In: Tomás Oliveira (coordenador) - Notícia Explicativa da Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, Escala 1:50 000. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, 7-40.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, V. U., Muchibane, A., Cune, G., Manhiça, V., Balate, G., Pereira, A., 2011b. *Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, V. U., Muchibane, A., Cune, G., Manhiça, V., Balate, G., com colaboração de Ramalho, E., Daudi, E., Magaia, A., Nave, S., Rebêlo, L., Muchanga, A., Lidia, C., Gomane, Z. G., 2011c. *Parte I - Notícia Explicativa da Carta Geológica da Região da Grande Beira, Moçambique, escala 1:50 000*. In: Oliveira, J. T. (coordenador) *Projecto da Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, escala 1:50 000. Relatório Final*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Batista, M. J., Quental, L., Fernandes, J., Ramalho, E., Daudi, E., 2012. Uma Visão Plural para um Contributo Geoambiental na Área da Grande Beira, Moçambique. *Livro de Resumos do Colóquio Internacional IICT - Ciências nos Trópicos: Olhares Sobre o Passado, Perspectivas de Futuro*, 5 a 7 de Janeiro, Lisboa, 55-56.
- Fernandes, J., Batista, M. J., Ramalho, E., Quental, L., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Cune, G., Daudi, E., Milisse, D., Ussene, U., Manhiça, V., 2010. Utilização de metodologias integradas na produção da Carta Geoambiental da Cidade da Beira, Moçambique. Resultados preliminares. *Proceedings do 10º Congresso da Água: Marcas d'Água*. APRH, Alvor, 21 a 24

de Março de 2010, 17p (CD Rom).

Fernandes, J., Ramalho, E., Batista, M. J., Dias, R., Oliveira, J. T., Quental, L., Daudi, E. X., Milisse, D., Cune, G., Ussene, U., Manhiça, V., 2012. Metodologias para Cartografar Águas Salgadas e Salobras Aprisionadas em Formações Geológicas da Beira, Moçambique. *Proceedings do 11º Congresso da Água: valorizar a água num contexto de incerteza*. APRH, Porto, 6 a 8 de Fevereiro de 2012, p.369.

Quental, L., Oliveira, J. T., Dias, R. P., Batista, M. J., Fernandes, J., 2009. Land cover characterization and change detection using multispectral imagery for the Beira area, Mozambique: a preliminary approach. *Proceedings of the 33rd International Symposium of Remote Sensing of the Environment*, 585pdf, 4p.

Quental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Milisse, D., Cune, G., Dias, R. P., Oliveira, J.T., Balate, G., Ussene, V. U., Magaia, A., 2011a. *Parte II -Notícia Explicativa da Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. In: Tomás Oliveira (coordenador) - Notícia Explicativa da Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, Escala 1:50 000. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, 41-88.

Quental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Milisse, D., Cune, G., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Balate, G., Ussene, V. U., Magaia, A., Pereira, A., 2011b. *Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.

Quental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Milisse, D., Cune, G., Dias, R. P., Oliveira, J.T., Balate, G., Ussene, V. U., Magaia, A., 2011c. *Parte II - Notícia Explicativa da Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, escala 1:50 000*. In: Oliveira, J. T. (coordenador) *Projecto Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, escala 1:50 000. Relatório Final*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.



Marcas de corrente. Savane, região da Beira. *Fotografia de José Tomás Oliveira.*

Parte III

História da Cooperação



Rio Pungué, fonte de vida. *Fotografia de Judite Fernandes.*

História da Cooperação

José Tomás Oliveira e Elias Daudi

1. Introdução

Embora algumas acções de cooperação tenham ocorrido em 1982 e 1983, foi só em 1986 que foi formalizada por convénio entre o Instituto para a Cooperação Económica e a Direcção Geral de Geologia e Minas, de Portugal e, em 1987, por protocolo entre estas instituições e a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Ao longo de todos estes anos, a parte portuguesa proporcionou numerosos estágios de formação profissional em Portugal, sobre variadas matérias do âmbito da geologia e recursos geológicos, e concretizaram-se várias acções e projectos desenvolvidos por equipas mistas luso-moçambicanas, com especial incidência na Cartografia Geológica e Temática. O resumo histórico desta cooperação, incluindo a referência às pessoas que nela participaram, consta no texto que a seguir se apresenta. Na sua parte final citam-se as publicações produzidas, incluindo relatórios técnicos seleccionados pela sua importância, e ainda os relatórios elaborados pelos estagiários. Em Anexo a este livro comemorativo são apresentadas as Cartas Geológicas e Temáticas que foram publicadas no âmbito da cooperação.

Além da cooperação entre as três instituições acima referidas, decidiu-se também incluir um breve resumo das acções que foram desenvolvidas por outras instituições portuguesas, cujos responsáveis envolvidos se prontificaram a ceder essa informação.

2. História da cooperação: 1982–2012

Ano de 1982

No âmbito do Acordo Geral de Cooperação e Amizade e do Protocolo de 25 de Maio de 1982, decorreram em Maputo, entre 18 e 25 de Maio, conversações entre uma delegação da Direcção Geral de Geologia e Minas de Portugal, constituída pelos geólogos Delfim de Carvalho, José Hipólito Monteiro, José Santos Oliveira e José Tomás Oliveira e uma delegação da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, representada pelo Director Nacional de Geologia, geofísico Rui Santos Garcia e pelos geólogos João Manuel P. R. Marques, Agostinho Zacarias, António Pedro, pelo geofísico Casimiro Francisco e pelo jurista Amâncio Novelo. Estas conversações marcam o início da cooperação entre Portugal e Moçambique na Área das Geociências. Da acta da reunião regista-se a aprovação dos seguintes projectos de cooperação:

1 – Realização conjunta da Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

2 – Realização de estágios para técnicos moçambicanos em Portugal, nas seguintes especialidades: dois estágios em Arquivo e Tratamento de Testemunhos de Sondagem; um estágio em Técnicas de Absorção Atómica; um estágio em Técnicas Específicas para Doseamento de Urânio e Montagem de um laboratório em Moçambique para esse fim; quatro estágios em Cartografia Geológica.

3 – Assessoria técnica na Avaliação dos Resultados da Cartografia Geológica e Geoquímica realizada pela empresa italiana AQUATER S.p.A., nas províncias da Zambézia e Nampula e que ficou indigitado, por parte de Portugal, o geólogo José Tomás Oliveira.

4 – Análise preliminar das Cartas Geomorfológica e Metalogénica elaboradas pela cooperação soviética e alemã de leste, com vista à adequação da nomenclatura usada para a língua portuguesa. Para a análise da primeira destas cartas ficou indigitado o geólogo José Tomás Oliveira e para a segunda o geólogo Delfim de Carvalho.

A delegação portuguesa fez entrega à Direcção Nacional de Geologia de Moçambique de uma listagem bibliográfica contendo os trabalhos existentes no arquivo da Direcção Geral de Geologia e Minas - Serviços Geológicos de Portugal sobre o sector geológico-mineiro de Moçambique.

Durante a sua estadia em Maputo, a delegação portuguesa foi recebida pelo Ministro da Indústria e Energia de Moçambique e teve reuniões de trabalho no Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos e na Direcção Nacional de Águas.

Na sequência das decisões tomadas em Maputo, concretizou-se a assessoria técnica à DNG, por parte do geólogo José Tomás Oliveira, que efectuou a análise cuidada da cartografia produzida pela empresa italiana AQUATER S.p.A, seguida de uma deslocação a Itália, na companhia do geólogo João Manuel P. R. Marques, chefe do Departamento de Cartografia Geológica da DNG, para discussão dos resultados, na sede da empresa em Pesaro, e ainda na Universidade de Pádua com um dos consultores daquela empresa, Prof. Paolo Omenetto. Das conversações havidas foi produzido um relatório circunstanciado intitulado “*Relatório das conversações mantidas entre a Direcção Nacional de Geologia e a Empresa AQUATER, S.p.A., em Itália, de 28 de Junho a 2 de Julho*”.

Ano de 1983

Assessoria técnica à DNG: o assessor geólogo José Tomás Oliveira teve uma reunião em Lisboa com Giuseppe di Bartolomeo, geólogo-chefe do projecto de Cartografia Geológica e Geoquímica nas províncias de Zambézia e Nampula, conduzido pela empresa italiana AQUATER S.p.A., em 28.08.83, e realizou uma deslocação a Itália, entre 28 de Setembro e 4 de Outubro, para análise do estado do projecto com geólogos daquela empresa. Das conversações havidas, redigiu-se o “*Relatório das reuniões mantidas entre a AQUATER S.p.A. e o consultor da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Dr. José Tomás Oliveira*”, onde foram apontadas várias sugestões tendo em vista a apresentação final dos resultados pela empresa.

Ano de 1986

Em 23 de Outubro de 1986 foi assinado, em Lisboa, o Convénio de Colaboração entre a Direcção Geral de Geologia e Minas e o Instituto para a Cooperação Económica “*com vista ao aproveitamento de capacidades das duas instituições no domínio da cooperação com os países africanos de língua oficial portuguesa*”. Este documento, que marca o início da colaboração entre as duas instituições, foi assinado pelo Director Geral de Geologia e Minas, Alcides Pereira, e o Presidente do Instituto para a Cooperação Económica, Jorge da Costa Oliveira.

Ano de 1987

Em 1 de Julho de 1987 foi aprovado o Protocolo de Cooperação entre a Direcção Geral de Geologia e Minas - DGGM, o Instituto para a Cooperação Económica - ICE, de Portugal, e a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique - DNG, com a finalidade de “*estabelecer o âmbito e as formas de cooperação entre as entidades acima mencionadas com vista, sobretudo, ao aproveitamento das capacidades da DGGM e do ICE para a resolução de problemas que se coloquem ao DNG no domínio geológico-mineiro*”. Este documento, assinado em Maputo pelo Director Geral de Geologia e Minas, Alcides Pereira, o Presidente do Instituto para a Cooperação Económica, Jorge da Costa Oliveira, e o Director Nacional de Geologia, João Manuel P. R. Marques, possui como anexo um programa de trabalhos que prevê a concretização das seguintes Acções:

Acção A – Apoio da DGGM ao desenvolvimento do Laboratório da DNG, designadamente no domínio das argilas aplicadas à indústria cerâmica. A DGGM disponibilizou a concretização de dois estágios para técnicos moçambicanos da DNG em Portugal em 1987, e outros dois em 1988.

Acção B – A DGGM dispôs-se a receber, por período de três meses, técnicos moçambicanos da DNG para a realização de estágios em Portugal nos domínios da cartografia geológica. Foram disponibilizados dois estágios em 1987 e quatro estágios em 1988.

Acção C – A DGGM propôs-se a disponibilizar formação profissional no domínio do Arquivo de Testemunhos de Sondagens, facto que culminou com dois estágios em 1987 e outros dois em 1988, ambos com a duração de quarenta e cinco dias.

Acção D – A DGGM concedeu um estágio de trinta dias a um técnico desenhador cartográfico, para formação profissional em Gravação e Acompanhamento de Impressão de Cartas Geológicas.

Acção E – Assessoria, por parte da DGGM, ao acompanhamento e supervisão da preparação de cartas geoló-

gicas e respectivas notícias explicativas destinadas à cobertura sistemática de Moçambique, mesmo quando executada por terceiros países.

Acção F – Colaboração, por parte da DGGM, na elaboração da Carta Tectónica e Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique, ambas na escala 1:1 000 000.

Acção G – A DGGM disponibilizou-se para a preparação de um projecto que visava a publicação da Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique, na escala 1:1 000 000.

Acção H – A Parte Moçambicana reiterou o seu interesse nos investimentos portugueses no domínio da indústria das rochas ornamentais visando a exploração e transformação de mármore em Moçambique.

Ainda neste ano, foi criada a Comissão Coordenadora das Actividades inseridas no Protocolo, constituída pelos geólogos Artur de Figueiredo Nunes (ICE), José Tomás Oliveira (DGGM) e João Manuel P. R. Marques (DNG).

Ano de 1988

Durante este ano deu-se início ao programa de acções aprovado em 1987.

Acção A – Os técnicos superiores da DNG, Natália Manuel Teodoro e Baltazar Augusto Nhanzilo, realizaram estágios no Laboratório da DGGM em São Mamede Infesta, Porto, sobre técnicas laboratoriais para o estudo de argilas e rochas ornamentais, de que apresentaram o respectivo relatório. Em complemento foram-lhes proporcionadas visitas de estudo a jazidas da região de Alcobaça, Vista Alegre e Porto de Mós. Os estágios decorreram entre 22 de Setembro e 21 de Novembro e foram orientados pelos geólogos portugueses António Casal Moura, José Grade e Giuseppe Manuppella.

Acção B – Os técnicos Alberto Timbre e Carlos Fumo realizaram estágios de Cartografia Geológica em áreas geologicamente diversificadas de Portugal versando granitos (Castelo Branco), rochas vulcano-sedimentares (Trás-os-Montes) e sedimentos variados da Bacia Lusitaniana e no *Flysch* do Baixo Alentejo, cujo resumo da actividade foi apresentado em relatório final. Os estágios decorreram entre 22 de Setembro e 23 de Dezembro, e foram orientados pelos geólogos portugueses Eurico Pereira, Carlos Meireles, Narciso Ferreira, Giuseppe Manuppella e José Tomás Oliveira.

Acção C – O técnico moçambicano António Alface realizou um estágio sobre preparação e ordenamento de testemunhos de sondagens, sob orientação dos geólogos portugueses Luís Gaspar e José Hipólito Monteiro. O trabalho incidiu sobre amostras provenientes de furos realizados em Moura, Rio Maior, Porto e Lisboa. A actividade desenvolvida foi resumida em relatório final. O estágio decorreu entre 26 de Outubro e 16 de Dezembro.

Acção D – O desenhador moçambicano António Muianga realizou um estágio sobre desenho e gravação de cartas geológicas na DGGM, onde trabalhou na Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais não Metálicos. O estágio decorreu de 19 de Outubro a 22 de Dezembro e foi orientado por Benjamim Dâmaso.

Acção E – No âmbito desta acção, o geólogo José Tomás Oliveira deslocou-se a Moçambique a fim de prestar assessoria na cartografia geológica ao DNG. A missão decorreu de 14 a 23 de Novembro. No Memorando das conversações havidas entre este geólogo e os geólogos moçambicanos Maurizio Ferrara e Salvador Simão Tembe consta a decisão de se implementar o projecto de Cartografia Geológica da Região de Grande Maputo, na escala 1:50 000, sobre a qual já havia algum trabalho realizado pela Parte Moçambicana, designadamente uma base geológica derivada do estudo de fotografias aéreas. Foi definido o programa de trabalhos para três anos, tendo ficado acordado que o geólogo José Tomás Oliveira iria prestar assessoria técnica na preparação e publicação da carta.

Durante a sua estadia em Maputo, e a pedido do Director Nacional de Geologia, João Manuel P. R. Marques, o geólogo José Tomás Oliveira elaborou um comentário crítico sobre o relatório “*Sobre os trabalhos de prospecção, pesquisa geológica preliminar e pesquisa geológica detalhada com o objectivo de avaliar as ocorrências de grafite na província de Cabo Delgado - República Popular de Moçambique*” produzido pela empresa búlgara Bulgeomin, Sofia.

No Relatório da Comissão Coordenadora fazem-se sugestões no sentido de se melhorar a assistência aos es-

tagiários moçambicanos em Portugal.

Anos de 1990/91

Acção E – Carta Geológica de Grande Maputo e da Ilha da Inhaca, nas escalas 1:50 000 e 1:25 000, respectivamente.

Relativamente à Carta de Maputo, só a Parte Moçambicana realizou os trabalhos previstos, posto que o geólogo José Tomás Oliveira não se pôde deslocar a Moçambique. Estes trabalhos centraram-se na implantação das pedreiras existentes nas cartas. Além disso, a geóloga Fátima Momade realizou um estágio sobre Sedimentologia no Laboratório de Geologia Marinha dos Serviços Geológicos de Portugal, o qual se iniciou em 29 de Novembro de 1990 e terminou em 24 de Maio de 1991. Deste longo estágio foi apresentado relatório circunstanciado da actividade desenvolvida. A estagiária trabalhou nas técnicas laboratoriais mais usadas em sedimentos detríticos.

O geólogo Fortunato Cuamba trabalhou em técnicas de análise sedimentológica, estágio este que se iniciou no final de 1990 e terminou em fins de Janeiro de 1991, tendo sido apresentado o respectivo relatório final. O estágio teve lugar no Departamento de Geologia Marinha dos Serviços Geológicos de Portugal.

Em 1990 foi acordada a realização da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1:25 000. Os trabalhos tiveram início no decorrer de 1991, numa primeira fase a cargo do geólogo Maurizio Ferrara, que realizou o estudo fotogeológico preliminar da Ilha, a que se seguiu o trabalho do estagiário Adriano Sênvano, que melhorou o estudo fotogeológico anterior e fez recolha da informação geológica, geofísica e hidrogeológica.

Acção G – Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique.

Na sequência da recolha de informação obtida em Moçambique e Portugal, o geofísico Francisco Vieira realizou um estágio no Núcleo de Geologia Marinha dos Serviços Geológicos de Portugal, onde trabalhou no tratamento de dados geofísicos de 26 perfis sísmicos, para futura inclusão na Carta Geológica da Margem Continental.

Anos de 1991/92

A Comissão Coordenadora sofreu modificação na sua composição, tendo ocorrido a substituição do geólogo Artur de Figueiredo Nunes pelo engenheiro Degolação Noronha, ambos do ICE. No seu Relatório Anual, datado de Março de 1992, a Comissão lamenta que, por razões financeiras, não se tenham realizado as acções que estavam previstas e que tinham sido apresentadas às três instituições, para aprovação. Assim, destas só se efectivaram as seguintes:

Acção G – Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

Estava prevista a deslocação de uma delegação portuguesa a Moçambique, que não se concretizou. Os técnicos moçambicanos envolvidos nesta acção realizaram estágios no Laboratório de Geologia Marinha dos Serviços Geológicos de Portugal. Assim, o geofísico Francisco Vieira, que esteve em Portugal entre 30 de Dezembro de 1991 e 14 de Fevereiro de 1992, adquiriu formação sobre utilização de Sistemas de Informação Geográfica - SIG, processamento digital de imagens de satélite, processamento e interpretação de perfis sísmicos e frequentou um curso de sismoestratigrafia e sísmica de alta resolução. O estágio foi supervisionado pelo geólogo José Hipólito Monteiro.

Visita a minas e pedreiras:

Em 1991, o geólogo João Manuel Marques da DNG efectuou visitas às minas de Aljustrel e Neves Corvo, bem como a duas pedreiras de mármore em Vila Viçosa, Portugal.

Ano de 1993

O Relatório da Comissão Coordenadora do Protocolo faz a síntese da actividade desenvolvida. As anteriores acções passaram a ser designadas por projectos, cada um dos quais com uma ficha própria onde se indica a composição das equipas portuguesas e moçambicanas, a previsão do tempo de execução anual do projecto e a sua dotação orçamental.

Projecto 1.1.1. – Consultoria e Assessoria: Cartas Geológicas de Maputo e da Ilha da Inhaca.

No âmbito deste projecto o geólogo José Tomás Oliveira deslocou-se a Maputo para discussão e aprovação da maquete da Carta Geológica de Maputo. Tal como acordado anteriormente, decidiu-se que a publicação desta carta se faria na escala 1:50 000. Determinou-se ainda enviar o desenhador Júlio Conjo a Portugal para desenhar esta carta, o que aconteceu entre final de Novembro de 1993 e fins de Fevereiro de 1994. Além disso, a geóloga Fatima Momade esteve em Portugal, no Laboratório de Geologia Marinha do Instituto Geológico e Mineiro, de 5 de Fevereiro a 5 de Maio de 1993, para realizar o estudo da sondagem profunda SM2 efectuada expressamente para investigação da sucessão estratigráfica da região de Maputo.

Relativamente à Carta Geológica da Ilha da Inhaca, continuaram os trabalhos de levantamento geológico pelos geólogos moçambicanos Adriano Sênvano e João Manuel P. R. Marques. Foi efectuada uma visita de trabalho à Ilha para apreciação da cartografia realizada. Foi também iniciada a fase de desenho desta carta.

O geólogo José Tomás Oliveira esteve nos Serviços Geológicos da África do Sul, em Pretória, para conversações sobre a realização de projectos conjuntos com Moçambique e Portugal.

Projecto 1.1.2. – Assistência técnica: Elaboração da Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

Estava prevista a realização de um cruzeiro na Baía de Maputo usando as técnicas da reflexão sísmica de alta resolução, o qual não se realizou por não se ter conseguido adquirir o equipamento. Na continuação dos trabalhos de preparação desta carta, o geofísico Francisco Vieira esteve no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal em Janeiro, para a realização de mais um estágio sobre processamento de dados geofísicos.

Projecto 1.1.3. – Assistência técnica: Impressão da Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique, na escala 1:1 000 000 e da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique, na escala 1:1 000 000.

O desenhador cartográfico moçambicano António Muianga esteve em Portugal, no IGM, entre 15 de Maio e 30 de Setembro, para efectuar o desenho desta carta. Estava previsto que a carta fosse impressa em duas folhas. Contudo, por questões técnicas relacionadas com a dimensão do papel, resolveu-se publicar a carta em quatro folhas, facto que introduziu algum atraso na sua impressão.

A adaptação à língua portuguesa do texto original da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique, na escala 1:1 000 000, redigido pelo geomorfólogo soviético Igor Bondyrev, havia sido já efectuada pelo geólogo José Tomás Oliveira, em 1984. Entendeu-se agora proceder à revisão e actualização desse texto, a cargo do mesmo geólogo, esperando-se que a sua impressão ficasse concluída em 1994.

Visita do Ministro da Indústria e Energia de Portugal a Moçambique

Durante a visita a Moçambique do Ministro da Indústria e Energia de Portugal, Eng.º Luis Mira Amaral, que decorreu de 17 a 22 de Março, houve lugar a conversações entre a delegação do Ministério de Recursos Minerais de Moçambique, liderado pelo respectivo Ministro Eng.º John William Kachamila e a delegação do Ministério da Indústria e Energia de Portugal. Na Acta Final das conversações fez-se referência à análise do ponto da situação e analisaram-se as perspectivas de cooperação na Área dos Recursos Minerais, com incidência nos seguintes domínios: continuação da produção conjunta de cartas geológicas e respectivas notícias explicativas; continuação da promoção do desenvolvimento conjunto de projectos nos sectores de rochas ornamentais, metais raros e substâncias não metálicas em geral; revisão da legislação sobre o regime fiscal aplicável ao sector mineiro; apoio na reestruturação de empresas estatais com vista à sua privatização; legislação sobre o aproveitamento de recursos geológicos, designadamente das águas minerais naturais e de nascente.

Ano de 1994

Durante este ano prosseguiu a actividade relativa aos projectos em curso, tanto em Moçambique como em Portugal. Entre 28 de Agosto e 14 de Setembro estiveram em Moçambique os geólogos José Tomás Oliveira, José Hipólito Monteiro e Luís Rebêlo para discussão dos resultados e desenvolvimentos futuros.

Os geólogos José Hipólito Monteiro e Luís Rebêlo fizeram uma visita aos Serviços Geológicos da África do Sul para conversações sobre a implementação de projectos de cooperação futuros.

Projecto 1.1.1. – Consultoria e Assessoria: Cartas Geológicas de Maputo e da Ilha da Inhaca.

A Carta Geológica de Maputo, dada como pronta em Fevereiro, aquando da conclusão do estágio do desenhador Júlio Conjo em Portugal, foi posta a concurso para a respectiva impressão, em Portugal, mas não houve empresas interessadas face à dimensão pouco usual do papel de impressão da carta. O assunto foi discutido em Maputo, tendo-se decidido modificar as dimensões do papel, o que implicou novo arranjo das peças desenhadas. Por outro lado, devido à melhoria da situação de segurança na região de Maputo, foi possível fazer várias observações no campo, que implicaram a necessidade de mais algum trabalho para correcção de alguns limites geológicos e a melhor caracterização das unidades estratigráficas. Estes novos dados foram introduzidos nas peças desenhadas e na primeira versão da Notícia Explicativa preparada pela geóloga Fátima Momade. Ficou assente que a segunda versão deveria ser enviada para Lisboa até final do ano.

Quanto à Carta da Ilha da Inhaca, houve oportunidade de se realizar trabalho de campo para apreciação e discussão do estado da cartografia geológica efectuada. Participaram, além dos geólogos portugueses José Tomás Oliveira, Hipólito Monteiro e Luís Rebêlo, os geólogos moçambicanos Fátima Jussub Momade, Amad Valy Mamad, Siegfried Lachelt e o técnico de geologia Carlos Fumo.

Projecto 1.1.2. – Assistência técnica: Elaboração da Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

O geólogo José Hipólito Monteiro apresentou um esboço da Carta Geológica da Plataforma Continental. Da discussão havida resultou a necessidade da Parte Moçambicana preparar alguns documentos complementares, nomeadamente relativos à geologia das bacias sedimentares da área imersa e respectivos recursos geológicos, curvas de precipitação pluviométrica e a batimetria de 0 a 200 m. A definição da escala da carta ficaria para uma fase posterior, quando toda a informação estivesse introduzida. Foi ainda abordada a possibilidade de, no futuro, se preparar a Carta Geológica da Orla Costeira, assim como as cartas geológicas dos deltas dos rios Rovuma, Zambeze e Limpopo. No final do ano, o geólogo Amad Valy Mamad iniciou um estágio, com a duração prevista de três meses, no Laboratório de Geologia Marinha do Instituto Geológico e Mineiro.

Projecto 1.1.3. – Assistência técnica: Impressão da Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique na escala 1:1 000 000 e da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique, na escala 1:1 000 000.

A Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique, desenhada no IGM pelo desenhador moçambicano António Muianga, foi impressa em Portugal. Contudo, verificou-se que a carta impressa apresentava várias imprecisões, tanto a nível de desenho como de impressão. Durante a visita da delegação portuguesa, analisou-se este problema, tendo-se concluído haver necessidade de redesenhar algumas peças desenhadas arquivadas no IGM, bem como melhorar a qualidade da impressão. Acordou-se que o ano da publicação deveria permanecer o de 1993.

Não foram realizados trabalhos no âmbito da preparação da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique.

Ano de 1995

Durante este ano houve nova deslocação de uma delegação de portugueses a Moçambique, que integrou os geólogos José Tomás Oliveira, Eurico Pereira, José Hipólito Monteiro e Luís Rebêlo.

Prosseguiram os projectos que vinham do ano anterior e desenvolveram-se dois novos projectos de cooperação. Assim:

Projecto 1.1.1. – Consultoria e Assessoria: Cartas Geológicas de Maputo e da Ilha da Inhaca.

A impressão da Carta Geológica de Maputo na escala 1:50 000 ficou concluída, tendo sido impressos cerca de mil exemplares. Foram enviados para Moçambique vários exemplares, mas a grande maioria ficou depositada

no IGM para posterior envio para a DNG. Ficou também praticamente concluída a respectiva Notícia Explicativa, da autoria de Fátima Momade, Maurizio Ferrara e José Tomás Oliveira, aguardando-se a respectiva impressão a curto prazo.

Relativamente à Carta Geológica da Ilha da Inhaca, os geólogos Luís Rebêlo e Adriano Sêvano realizaram uma campanha de campo na Ilha, de 14 de Outubro a 5 de Novembro, tendo em vista a clarificação de vários aspectos da cartografia geológica existente, que culminou com a identificação de várias gerações de dunas, assim como de vários afloramentos rochosos que bordejam a Ilha (eolianitos e praias consolidadas). Nesta missão participou igualmente o geólogo do Council for Geoscience, da África do Sul, Peter Ramsay. Daqui resultou que a cartografia geológica na escala 1:25 000 ficou próxima da versão final. A versão preliminar da Notícia Explicativa da carta ficou redigida e em fase de discussão final.

Projecto 1.1.2. – Assistência técnica: Elaboração da Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique.

Não foi possível concluir-se esta carta, como estava previsto. O geólogo Amad Valy Mamad concluiu, em 1995 o processamento dos dados, em Portugal, os quais foram novamente discutidos em Maputo, com o geólogo José Hipólito Monteiro.

Projecto 1.1.3. – Assistência técnica: Impressão da Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos de Moçambique, na escala 1:1 000 000.

Este projecto ficou concluído com a impressão final da carta. Foram impressos mil exemplares, uma parte dos quais foi enviada para Moçambique, tendo ficado alguns exemplares em Portugal para divulgação e venda eventual.

Projecto 1.1.4. – Formação profissional nos domínios da Geoquímica, Hidrogeologia e Rochas Ornamentais.

Este novo projecto visou contemplar domínios das geociências que ainda não tinham sido objecto de cooperação. No domínio da Geoquímica, o geólogo Eurico Pereira, do IGM, acompanhado pelo geólogo moçambicano Carlos do Rosário Dinis, da DNG, deslocaram-se à região de Namuno-Balama, na Província de Cabo Delgado, para apreciação das potencialidades mineiras locais em função dos indícios mineiros anteriormente detectados e de anomalias resultantes da prospecção geoquímica de solos realizada em conjunto pela DNG e pelos Serviços Geológicos da África do Sul. As cartas das anomalias, ainda que incompletas, foram fornecidas pelos Serviços Geológicos da África do Sul onde as amostras foram processadas. Este trabalho foi objecto de um relatório preliminar e deu azo a uma comunicação científica apresentada no IV Congresso Nacional de Geologia de Portugal, que decorreu na cidade do Porto, Portugal.

No domínio das Rochas Ornamentais, o geólogo Luís da Costa Júnior iniciou em 30 de Novembro um estágio no IGM, que decorreu nas instalações do Laboratório do Porto, tendo ainda efectuado visitas a várias pedreiras de granitos, calcários e mármore.

No domínio da Hidrogeologia, o geólogo Carlos do Rosário Dinis iniciou, no dia 1 de Dezembro, um estágio no Departamento de Hidrogeologia do IGM, centrado em três temas: gestão dos recursos hidrogeológicos, análises laboratoriais e actividade de campo.

Projecto 1.1.5. – Impressão da Carta Tectónica de Moçambique.

A Parte Moçambicana começou a preparar o desenho desta carta na escala 1:2 000 000. Estava prevista a deslocação de um estagiário a Portugal para a conclusão da versão definitiva, o que não se verificou.

Ano de 1996

Durante este ano deu-se continuidade aos projectos em curso e foi criado um novo projecto visando o estudo preliminar do potencial aurífero das áreas mais promissoras de Moçambique.

Projecto 1.1.1. – Consultoria e Assessoria: Cartas Geológicas de Maputo e da Ilha da Inhaca.

Foi concluído o processo de envio para Moçambique dos exemplares da Carta Geológica de Maputo. Foi

também concluída a respectiva Notícia Explicativa, da autoria de Fátima Jussub Momade, Maurizio Ferrara e José Tomás Oliveira. Foram impressos, em Portugal, cerca de mil exemplares. A geóloga Fátima Momade realizou um estágio no IGM, para apoiar a aquisição de um Laboratório de Sedimentologia e o correspondente envio para Moçambique. O estágio decorreu de 29 de Outubro a 10 de Dezembro.

No que diz respeito à Carta Geológica da Ilha da Inhaca, concluiu-se o respectivo desenho preliminar em Moçambique, o qual foi enviado para o IGM, para preparação da versão definitiva e respectiva impressão. Neste âmbito, o geólogo Adriano Sênvano, co-autor da carta, chegou a Portugal em 10 de Dezembro para trabalhar na versão definitiva da carta e da sua Notícia Explicativa, com os geólogos Luís Rebêlo e José Tomás Oliveira, tendo a carta ficado em fase de impressão em Portugal.

Projecto 1.1.2. – Assistência técnica: Elaboração da Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

Estava prevista a conclusão desta carta, o que não aconteceu devido a várias dificuldades operacionais surgidas no IGM, causadas pela sua mudança para Alfragide. Prosseguiram os trabalhos de digitalização pelo geólogo Mário Mil-Homens, sob a coordenação de Hipólito Monteiro.

Projecto 1.1.3. – Formação profissional nos domínios da Geoquímica, Hidrogeologia e Rochas Ornamentais.

No âmbito deste projecto deu-se continuidade ao estudo e interpretação geológica e geoquímica de amostras de solos colhidas anteriormente no sector de Namuno-Balama-Reteta pela DNG e pelos Serviços Geológicos da África do Sul. Além das amostras de solos, foram também efectuados estudos complementares sobre amostras de rocha, designadamente estudos petrográficos, de química mineral, e também de natureza estrutural. Foi apresentado o relatório final do projecto, no qual colaboraram os geólogos Eurico Pereira e Paulo Castro, ambos do IGM, e Carlos do Rosário Dinis da DNG.

Os geólogos moçambicanos Carlos do Rosário Dinis e Luís da Costa Júnior concluíram a 9 de Janeiro os seus estágios iniciados em 1995, em Portugal, respectivamente em Hidrogeologia e Rochas Ornamentais. O geólogo Carlos do Rosário Dinis realizou novo estágio no IGM, de 7 de Junho a 21 de Julho, sobre geoquímica de rochas.

Projecto 1.1.4. – Impressão da Carta Tectónica de Moçambique.

Ficou concluída a maquete provisória da carta na escala 1:2 000 000 em Moçambique. Estava prevista a deslocação ao IGM de um desenhador moçambicano, para a realização da arte final e preparação da impressão, que não se concretizou. Esta deslocação ficou adiada.

Projecto 1.1.5. – Estudo preliminar do potencial aurífero das regiões de Manica e Niassa.

Tratava-se de um projecto novo, cujo arranque estava previsto para esse ano. A Parte Moçambicana procedeu à recolha de dados e à pesquisa bibliográfica sobre este assunto. Contudo, as reuniões conjuntas entre geólogos do IGM e da DNG, preparatórias das visitas ao campo, previstas para o corrente ano, não tiveram lugar, por razões de ordem logística e financeira.

Ano de 1997

Projecto 1.1.1. – Consultoria e Assessoria: Cartas Geológicas de Maputo e da Ilha da Inhaca.

Concluiu-se a revisão final da Notícia Explicativa da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1:25 000, coordenada por Adriano Sênvano, Luís Rebêlo e João Manuel P. R. Marques, que ficou pronta para impressão em Portugal.

Ainda no âmbito da Consultoria e Assessoria na preparação de cartas geológicas, o geólogo moçambicano Adriano Sênvano realizou um estágio de cartografia geológica em Portugal, entre 10 de Fevereiro e 10 de Março, que incidiu sobre o Precâmbrico da Região de Tomar, de que apresentou o respectivo relatório final. Os trabalhos de cartografia foram supervisionados pelo geólogo Eurico Pereira, do IGM.

Projecto 1.1.2. – Assistência técnica: Elaboração da Carta Geológica da Plataforma Continental de Moçambique.

Foi enviado para a DNG material de laboratório para estudos sedimentológicos. Estava prevista a publicação de 100 exemplares da Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique, o que não aconteceu por dificuldades técnicas.

Projecto 1.1.4. – Impressão da Carta Tectónica de Moçambique.

Tal como estava previsto, o desenhador moçambicano Júlio Conjo esteve no IGM, de Junho a Novembro, para preparar a versão definitiva desta carta, na escala 1:2 000 000, em formato digital, a qual ficou pronta para impressão. Foi decidido publicar a carta em versão de língua portuguesa e em versão de língua inglesa.

Projecto 1.1.5. – Estudo preliminar do potencial aurífero das regiões de Manica e Niassa.

Para a concretização deste projecto, os geólogos José Tomás Oliveira e Eurico Pereira, do IGM, deslocaram-se a Moçambique para realização de trabalhos de campo na região norte da Província do Niassa e também na região de Manica. Foram acompanhados pelos geólogos da DNG, Siegfried Lachelt, Inácio Saranga e Olavo Deniasse (em Manica).

Na região do Niassa, os trabalhos desenrolaram-se na área de Lupiliche. Para além de uma primeira observação sobre a geologia regional e o seu potencial para ouro, houve também o objectivo de se identificar o tipo de trabalho de garimpo efectuado por tanzanianos perto da fronteira com a Tanzânia, mas já dentro do território moçambicano, assim como a origem do ouro. Concluiu-se que o garimpo estava a ser levado a cabo em pequenas linhas de água, com recurso à bateia e, num ou noutro caso, com desmonte de aluviões a pá e picareta e respectiva lavagem em estruturas do tipo *sluice*. Dos vários cortes geológicos efectuados pela equipa na região, ficou-se com a ideia de que o ouro está associado a pequenos filonetes de quartzo instalados em anfibolitos do soco precâmbrico (retrometamorfizados para a fácies dos xistos verdes) e gerados em cisalhamentos orientados para NW-SE.

Em Manica fizeram-se vários cortes geológicos transversais ao *greenstone belt*. O ouro, explorado desde há muito nas aluviões do Rio Révuè, e em pequenas minas inactivas, aparece associado a filões e filonetes de quartzo gerados em cisalhamentos instalados na Formação de Macequece, com orientação próxima de N-S. Nalguns locais foi também observada a presença de sulfuretos associados à matriz de conglomerados e quartzitos, como é o caso da antiga Mina Monarch, pelo que estes também podem ser uma fonte do ouro que ocorre nas aluviões do Rio Révuè. Existe uma carta litológica do *greenstone belt* efectuada por uma empresa privada. Sugere-se que a cartografia seja melhorada, nomeadamente com as componentes petrográfica, geoquímica e estrutural, de modo a que se obtenha uma visão mais profunda do potencial mineiro da região. No relatório da missão é proposta a implementação de um projecto conjunto entre o IGM, a DNG e, eventualmente uma instituição privada, que possibilite aprofundar a cartografia geológica, tendo em vista a elaboração de um modelo tectono-estrutural para a região.

Projecto 1.1.6. – Assistência técnica: Impressão da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique, na escala 1:1 000 000.

A dificuldade em se contactar com o autor do texto manuscrito, o geomorfólogo Igor Bondyrev, tornou inviável a discussão final da versão portuguesa preparada pelo geólogo José Tomás Oliveira. Conclui-se, assim, que será preparado um resumo explicativo com o essencial das ideias do autor, o qual irá acompanhar a versão em papel da carta.

Ano de 1998

Para este ano não foram aprovados projectos novos. Concluiu-se a preparação da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1:25 000, em formato digital, ficando-se a aguardar que a respectiva impressão em papel se faça a breve prazo.

Ano de 1999

Foi impressa a Carta Geológica da Ilha da Inhaca, na escala 1: 25 000. Foram impressos dois mil exemplares.

Deu-se por concluída a Carta Geológica da Margem Continental de Moçambique, na escala 1:2 000 000, agora sob responsabilidade do geólogo Luís Rebêlo, preparada no Departamento de Geologia Marinha do IGM. A Carta ficou preparada apenas em formato digital.

Ano de 2001

Concluiu-se também a Carta Tectónica de Moçambique, na escala 1:2 000 000, versões em português e inglês, formato digital. Foram impressos quinhentos exemplares em papel de cada uma das versões.

Ano de 2002

O Instituto da Cooperação Portuguesa e o Instituto Geológico e Mineiro, de Portugal, e a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique acordaram na realização de uma sessão pública em Maputo para apresentação dos resultados da cooperação entre as três instituições. A cerimónia de apresentação pública dos resultados da cooperação decorreu, em 13 de Novembro, na Fortaleza de Maputo e constou de uma exposição das cartas geológicas produzidas desde 1982, data do protocolo existente entre as três instituições, e de um balanço geral em termos de acções levadas a efeito, realizado pelo geólogo José Tomás Oliveira, do Instituto Geológico e Mineiro. Foram expostas as seguintes cartas: Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos, Cartas Geológicas de Maputo, Ilha da Inhaca, Carta Tectónica de Moçambique e a Carta Geológica da Margem Continental (edição provisória).

A cerimónia contou com a presença do Senhor Ministro dos Recursos Minerais e Energia de Moçambique, Eng.º José Castigo Langa, do Senhor Embaixador de Portugal em Maputo Dr. José de Freitas Ferraz, da Senhora Vice-Ministra dos Recursos Minerais e Energia de Moçambique, Dra. Esperança Laurinda Nhuanne Francisco Bias, de um Representante do Presidente do Conselho Municipal de Maputo e do Senhor Director Nacional de Geologia, Eng.º Elias Xavier Félix Daudi. No encerramento da sessão, o Senhor Ministro dos Recursos Minerais e Energia salientou a importância das cartas geológicas como instrumento para o desenvolvimento de Moçambique e felicitou as instituições intervenientes pelos resultados alcançados com esta cooperação.

Ano de 2004

O Instituto Nacional de Energia e Tecnologia Industrial - INETI de Portugal, instituição que agregou o ex-Instituto Geológico e Mineiro, organizou em colaboração com as instituições portuguesas: Instituto de Emprego e Formação Profissional, a empresa SOMINCOR e a Direcção Regional de Economia do Norte, uma acção de formação sobre Higiene, Saúde e Segurança nas explorações mineiras. Esta acção revelou-se de grande utilidade, tendo sido sugerido na sua continuidade o desenvolvimento desta actividade, em dois vectores: realização de cursos de longa duração oficialmente homologados e certificados; criação de um Núcleo de Higiene e Segurança na Direcção Nacional de Minas de Moçambique. Ambos os vectores seriam apoiados pelo INETI.

Ano de 2005

Neste ano foram aprovados dois novos projectos de cooperação, nomeadamente *Assessoria na preparação, para publicação, da Carta Geológica de Catembe, na escala 1:50 000* e *Carta Geológica da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000*. Foi também retomado o projecto da *Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, na escala 1:25 000* e *Carta Geológica da Região Costeira do Bilene, na escala 1:50 000*, projecto este que havia sido aprovado em 2001, mas cuja concretização não ocorreu por dificuldades financeiras. Decidiu-se também extinguir a Comissão Coordenadora do Protocolo, passando os projectos a serem coordenados pelo geólogo José Tomás Oliveira.

Para implementação destes projectos deslocaram-se a Moçambique os geólogos José Tomás Oliveira, Ruben Pereira Dias e Teresa A. Cunha, de 8 a 22 de Novembro, e Luís Rebêlo e Pedro Brito, de 15 de Novembro a 8 de Dezembro.

Projecto: Assessoria na preparação para publicação da Carta Geológica de Catembe, na escala 1:50 000.

A equipa responsável pela realização deste projecto ficou assim constituída: geólogos José Tomás Oliveira, Ruben Pereira Dias e Teresa A. Cunha (INETI), Adriano Sênvano, Siegfried Lachelt (DNG) e técnico de geologia Carlos Fumo (DNG).

A área geográfica desta carta já tinha anteriormente sido objecto de levantamentos geológicos realizados pelo geólogo Inácio Saranga e dos técnicos Carlos Fumo e Carlos Pambo, com a colaboração dos geólogos Siegfried Lachelt e Fátima Momade, todos da DNG, e ainda do geólogo Robert Rutten, enquanto orientador da tese de licenciatura em geologia de Inácio Saranga. Além dos levantamentos geológicos, havia também uma versão preliminar da Notícia Explicativa.

Após uma análise dos documentos existentes, foi levado a cabo intenso trabalho de campo em toda a área coberta pela carta, de que resultaram novas hipóteses interpretativas que ficaram de ser trabalhadas para inclusão na sua versão final. Estes trabalhos ficaram de ser concluídos em 2006.

Em complemento do trabalho de campo foram definidas as normas para a digitalização da carta, em termos de metodologia, simbologia dos elementos geológicos, cores, etc. A adaptação destas normas à digitalização da carta, em uso no INETI, ficou a cargo dos técnicos da DNG.

Projecto: Carta Geológica da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000.

A equipa responsável por este projecto foi a seguinte: geólogos José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias (INETI); Aníbal Bem David Muchimbane (DNG) e técnico de geologia Ussene Vasco Ussene, da Direcção Provincial dos Recursos Minerais e Energia de Sofala.

O trabalho na área da carta consistiu dum primeiro reconhecimento da geologia da região, tendo por base a carta na escala 1:250 000, e também a análise de fotografias aéreas. Este reconhecimento, que decorreu durante quatro dias, permitiu fazer uma planificação mais pormenorizada dos trabalhos futuros a desenvolver. Foi decidido que, face à situação de insalubridade em que vive a maior parte da população nos bairros periféricos da cidade, seria vantajoso introduzir uma componente ambiental no projecto, a implementar no próximo ano.

Durante a sua estadia na Beira, a equipa do projecto foi recebida pelo Director Provincial dos Recursos Minerais e Energia de Sofala Eng. Júlio Bernardino Mahumane.

Projecto: Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, na escala 1:25 000 e Carta Geológica da Região Costeira do Bilene, na escala 1:50 000.

Equipa: geólogos Luís Rebêlo, Pedro Brito (INETI), Adriano Sêvano, Dino Milisse, Fátima Momade e Berta Olga Guambe (DNG).

Foram realizadas duas semanas de trabalhos de campo na Ilha do Bazaruto, que consistiram no reconhecimento do terreno e validação do estudo fotogeológico existente, bem como na primeira amostragem das dunas e *beach rocks*. Constatou-se que o litoral se encontra em erosão e que o principal pântano da ilha está em vias de salinização.

Na região do Bilene foi feito o reconhecimento preliminar das formações geológicas que ocorrem na zona costeira, tendo-se identificado várias gerações de dunas e um imponente afloramento de eolianito consolidado junto à barra da lagoa do Bilene.

Em todos os trabalhos de campo foi utilizada cartografia assistida por computador.

Ano de 2006

As actividades de cooperação previstas para este ano não puderam ser concretizadas pela Parte Portuguesa, por carência de financiamento. A parte moçambicana realizou trabalhos na Ilha do Bazaruto, tendo efectuado recolha de sedimentos superficiais, levantamento dos pontos de água e preparado um mapa geológico preliminar.

Ano de 2007

As actividades de cooperação que estavam previstas no âmbito da preparação das Cartas Geológicas da Beira, Ilha do Bazaruto e Bilene não se puderam concretizar por dificuldades financeiras. Durante o ano de 2007 só houve actividade relativa à Carta de Catembe.

Projecto: Assessoria na preparação para publicação da Carta Geológica de Catembe, na escala 1:50 000.

Foi efectuada uma missão a Moçambique, de 28 de Outubro a 11 de Novembro, que envolveu os geólogos

José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias (INETI). Além dos trabalhos de gabinete preparatórios da missão, foi efectuado trabalho de campo na área da carta. Foram efectuados testes de georreferenciação dos limites geológicos das unidades cartografadas e realizou-se trabalho de gabinete preparatório da redacção da Notícia Explicativa da carta. Do trabalho de campo realizado resultou a alteração da coluna estratigráfica, a correcção de alguns limites geológicos previamente estabelecidos e a definição do formato definitivo do mapa e da Notícia Explicativa.

Ano de 2008

Os projectos “Carta Geológica da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000” e “Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, na escala 1:25 000 e da Região do Bilene, na escala 1:50 000” aprovados em 2005, foram retomados e passaram a sub-projectos integrados no novo projecto “*Cartografia Geológica e Geoambiental da Região Costeira de Moçambique, na escala 1:50 000*”. Este novo projecto foi objecto de um protocolo assinado entre o IPAD, o INETI e a DNG, nas pessoas dos respectivos dirigentes, Dr. Augusto Manuel Correia, Prof.^a Teresa Ponce de Leão e Eng.^o Elias Xavier Félix Daudi, com tempo previsto de execução de dois anos. No âmbito deste projecto, os geólogos José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias estiveram em Moçambique de 5 a 26 de Outubro e as geólogas Maria João Batista e Judite Fernandes, de 12 a 26 de Outubro.

Durante este ano concluiu-se o projecto da Carta Geológica de Catembe. A versão definitiva da carta, em formato digital, foi preparada no Departamento de Geologia do INETI, com a colaboração das geólogas Teresa A. Cunha e Aurete Pereira. A Notícia Explicativa foi preparada por Inácio Saranga, Adriano Sêvano, Fátima Mornade, José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias. Foram impressos mil exemplares da carta e cem exemplares da Notícia, em formato de papel. Esta carta foi objecto de apresentação pública na Direcção Nacional de Geologia, para a qual foram convidados representantes de várias instituições moçambicanas. A apresentação esteve a cargo do geólogo Adriano Sêvano, Director Nacional Adjunto da DNG.

Projecto: Cartografia Geológica e Geoambiental da Região Costeira de Moçambique, na escala 1:50 000.

O Protocolo de Cooperação que regula este projecto contém as suas linhas orientadoras que consistem em “*realizar a cartografia geológica das regiões da Grande Beira e do Bilene na escala 1:50 000, a qual servirá de base para a elaboração de cartas geoambientais que contemplarão o estudo da poluição de sedimentos, solos e aquíferos, assim como identificará as principais causas que provocam a erosão marinha costeira*”.

Sub-Projecto: Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000.

A equipa envolvida neste projecto foi constituída pelos seguintes elementos: geólogos José Tomás Oliveira, Ruben Pereira Dias, Maria João Batista, Judite Fernandes e Lídia Quental, todos do INETI; geólogos Grácio do Rosário Cune e Dino Milisse, da DNG, e técnico de geologia Ussene Vasco Ussene, da DIPREME-Sofala.

O objectivo deste sub-projecto consistiu em “*proceder a estudos geológicos na região da Grande Beira, que sirvam de suporte para a implementação de políticas governamentais visando a exploração sustentada dos recursos minerais e de águas subterrâneas, bem como planos de ordenamento do território e de protecção ambiental*”.

O Relatório de Progresso deste projecto descreve com pormenor as actividades que foram desenvolvidas durante o ano e as primeiras conclusões alcançadas. Os trabalhos distribuíram-se por quatro actividades, a saber:

Actividade 1. – Estudo de imagens de satélite da região

Foram trabalhadas imagens multiespectrais através dos portais dos Serviços Geológicos dos Estados Unidos da América, da NASA e dos sensores LANDSAT e ASTER. Foi também produzido um documento interno designado “*Cartografia Geológica e Geoambiental da Região Costeira de Moçambique: utilização de imagens LANDSAT para apoio aos trabalhos de campo*” pela responsável desta actividade, a geóloga Lídia Quental.

O estudo preliminar, realizado em Portugal e com confirmação das imagens em Moçambique, permitiu a obtenção de uma visão actual do terreno, da ocupação humana, das instalações industriais e portuárias, da vegetação e da dinâmica do litoral marinho.

Actividade 2. – Cartografia geológica

O trabalho desenvolveu-se em duas fases. Numa primeira fase, a equipa portuguesa, constituída pelos geólo-

gos José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias, fez a georreferenciação das bases topográficas disponíveis em WGS84, com *software GEOMEDIA* para implementação do SIG, ao qual se ligou uma antena receptora GPS. Fez -se também o estudo fotogeológico preliminar da região e pesquisa bibliográfica. A equipa moçambicana, com os geólogos Grácio do Rosário Cune e Dino Milisse e técnico de geologia Ussene Vasco Ussene, fez o reconhecimento de itinerários, identificação de afloramentos e procedeu a uma amostragem preliminar de águas de poços e de areias das unidades geológicas.

A segunda fase consistiu na realização de trabalhos de campo na área a cartografar. Esta engloba a área da Folha 879 (1934 D4), Beira, e cerca de metade da Folha 869 (1934 D2), Rio Madzize. Foi feito o reconhecimento das unidades estratigráficas identificadas na antiga Carta Geológica da Beira, escala 1:250 000, publicada em 1968¹, e na Carta Geológica, na mesma escala, elaborada em 2006². À parte pequenas diferenças de nomenclatura, as unidades constantes nas duas cartas são muito semelhantes. Tendo em vista o reconhecimento destas unidades, foram observados os areeiros existentes na região (únicos locais onde se podem observar perfis litológicos verticais, no máximo com 4 metros de altura). Dos cerca de 28 areeiros observados, constatou-se que há semelhanças litológicas entre as unidades Grés de Inhaminga/Formação de Mazamba e QP2/QPi, ambas situadas à mesma cota e com perfis sedimentares parecidos. Haverá, possivelmente, lugar à distinção destas unidades em duas: Formação de Mazamba e Formação do Dondo, o que terá de ser confirmado por estudos sedimentológicos complementares.

Actividade 3. – Geoquímica de solos e sedimentos de corrente

Esta actividade foi coordenada pela geóloga Maria João Batista, com apoio do técnico de geologia Ussene Vasco Ussene. O plano de amostragem foi feito com base em imagens de satélite e consistiu na colheita de amostras de solos antrópicos próximos de poços de água com bomba, na zona de depósitos de combustível, no porto da Beira próximo do cais de embarque de minério e do estaleiro naval, e em sedimentos de corrente em canais de drenagem da cidade da Beira. As amostras foram de seguida preparadas para análise no Laboratório da DNG, em Maputo, e posteriormente enviadas para o INETI, em Portugal.

Actividade 4. – Hidrogeologia

Os trabalhos desta actividade foram coordenados pela geóloga Judite Fernandes, com a colaboração dos geólogos Grácio do Rosário Cune e Dino Milisse. Estes últimos fizeram uma amostragem preliminar das características das águas em poços de pequena profundidade e charcas espalhadas pela área da carta, antes da chegada da equipa portuguesa. Em complemento, foram colhidas amostras de onze poços de pequena profundidade, distribuídos pelos bairros periféricos da cidade, que tiveram como objectivo a caracterização do aquífero superficial da região. Com esse fim foram feitas medições no terreno com uma sonda multiparamétrica que permitiu determinar a temperatura, pH, potencial redox, condutividade eléctrica e oxigénio dissolvido. Foram ainda realizadas análises do teor em nitratos, fosfatos e amónia com o propósito de avaliar o grau de contaminação das águas. Em complemento, foram feitas colheitas de água para compostos orgânicos e para análise microbiológica. Esta última foi realizada no Laboratório de Higiene, Águas e Alimentos, da Direcção Provincial de Saúde de Sofala, na Beira.

Sub-Projecto: Cartografia Geológica da Região do Bilene, na escala 1:50 000.

Equipa: geólogos Luís Rebêlo e Marco Ferraz (INETI), Adriano Sêvano, Dino Milisse e Armando Manjate (DNG), Jerónimo Mutisse (DIPREME-Gaza).

Os geólogos portugueses estiveram em Moçambique de 31 de Outubro a 24 de Novembro. Face à necessidade de aquisição de dados complementares para conclusão da Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, foi realizado trabalho de campo na ilha durante duas semanas, com o apoio do sistema de posicionamento global *TRIMBLE Nomad*. Estes trabalhos permitiram identificar novas unidades geológicas, estudar os eolianitos e obter amostras de areias para datação. Os novos dados foram introduzidos no mapa geológico anteriormente preparado.

Na região do Bilene, no seguimento do estudo preliminar efectuado pelos geólogos Adriano Sêvano, Luís

(1) Moura, A. R., Rebolo, J. R., Ferro, B. P., Afonso, R. S., Barrocoso, A. F., Oberholzer, W., 1968. *Carta Geológica da Folha Sul-E-36-X, Beira-Vila Machado, escala 1:250 000*. Serviços de Geologia e Minas. Lourenço Marques.

(2) Consórcio Geological Surveys in Mozambique, GTK, 2006. Map Explanation, Vol.2, *Sheets 1932-1934*.

Rebêlo e Pedro Brito, procedeu-se ao reconhecimento da geologia nas zonas mais interiores da área abrangida pela carta até à margem das lagoas costeiras. Foram ainda analisados afloramentos rochosos junto à barra da lagoa do Bilene, constituídos por três unidades sobrepostas de eolianitos, as quais estão cobertas por uma sequência de três gerações de dunas.

Seminário CPLP

Seminário "A importância dos SIG na gestão dos Recursos Geológicos e Mitigação dos Riscos Geológicos Naturais e Tecnológicos".

O Seminário "A importância dos SIG na gestão dos Recursos Geológicos e mitigação dos Riscos Geológicos Naturais e Tecnológicos", realizado nos dias 27 e 28 de Outubro de 2008, no Auditório Carlos Ribeiro, Campus de Alfragide, do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI), enquadrou-se no âmbito do *Ano Internacional do Planeta Terra*. Especialmente dirigido aos PALOP e Timor-Leste, este evento foi organizado pela área de Geociências do INETI, com o apoio da APG - Associação Portuguesa de Geólogos, da CPLP - Comunidade de Países de Língua Portuguesa e do IPAD - Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento. Contou com as presenças do Secretário Geral da associação *Eurogeosurveys*, do coordenador do projecto AEGOS (BRGM), de quadros técnicos superiores e da direcção das instituições de Geologia e Minas dos PALOP e Timor, e foi aberto à participação de outras instituições da área das Geociências. Teve como principais objectivos: Discutir as potencialidades dos SIG; Reconhecer os SIG como uma ferramenta fundamental na gestão dos recursos geológicos, na mitigação dos riscos geológicos e na gestão e disponibilização de informação geocientífica; Divulgar o projecto *Africa-Europe Georesources Observation System* (AEGOS); Facilitar a integração dos países da CPLP no projecto AEGOS; Contribuir para futuras sinergias entre os países da CPLP no domínio dos sistemas de informação geocientífica e ambiental, da cartografia geológica, dos recursos geológicos e dos riscos geológicos.

As actividades do Seminário incluíram palestras, apresentação de posters (aberta aos participantes) e *workshops*. O seminário contou com cerca de 120 participantes, entre inscrições e convidados das entidades patrocinadoras e intervenientes no processo de organização, bem como representantes de instituições ligadas às Geociências dos países da CPLP. Entre os inscritos encontravam-se estudantes de licenciatura e pós graduação de diversas Universidades de Portugal, professores/investigadores da área de Geociências de várias Universidades, representantes de várias empresas do domínio das Geociências e do domínio dos Sistemas de Informação Geográfica, técnicos superiores de câmaras municipais e de comissões de coordenação regionais.

Paralelamente ao seminário foram realizadas duas reuniões. A primeira decorreu no dia 27 de Outubro e contou com a presença de todos representantes dos países da CPLP, representantes de todos os departamentos da área de Geociências do INETI, o coordenador do projecto AEGOS, o secretário-geral da *EuroGeoSurveys* e o Sr. Director de Cooperação da CPLP, com o objectivo de apresentar com algum detalhe o projecto AEGOS e identificar os países da CPLP representados com interesse em integrar o mesmo. Todos os representantes dos referidos países manifestaram interesse em integrar o já mencionado projecto, tendo ficado decidido que iriam ser identificados mecanismos de financiamento que permitissem viabilizar a integração destes países ainda na primeira fase do AEGOS. A segunda reunião decorreu no final do dia 28, tendo estado, mais uma vez, representados todos os departamentos da área de Geociências do INETI e todos os representantes dos países da CPLP presentes no seminário. Esta reunião teve como principal objectivo o intercâmbio do conhecimento do trabalho desenvolvido nas instituições representadas e identificar áreas de cooperação do interesse das mesmas, de modo a fomentar a dinamização de futuros projectos na área das Geociências, sobretudo dos riscos e recursos geológicos.

Na sequência do seminário, mas já fora do âmbito deste, no dia 29 de Outubro, foram ainda proferidas duas conferências pelos representantes de Moçambique, que contaram na assistência com profissionais de empresas mineiras, de empresas de consultoria da área de Geociências e de universidades.

Moçambique esteve representado pela Direcção Nacional de Geologia, através do Director Nacional Eng.º Elias Daudi e do Dr. Alfredo Pontavida, ambos da DNG.

Ano de 2009

Durante este ano prosseguiram as actividades que estavam planeadas embora a sua execução, no que diz respeito aos trabalhos de campo, tenha sido prejudicada pelas condições climáticas, com tempo excessivamente chuvoso. Apesar disso, os resultados obtidos no estudo das fotografias hiperespectrais, águas subterrâneas, solos e sedimentos permitiram obter algumas conclusões, ainda que preliminares, com destaque para: a elaboração da carta de ocupação do solo na área de influência do Rio Pungué; a identificação da sequência estratigráfica regional; a identificação de alguma poluição química nos solos em Cu, Pb, Zn, em particular próximo de aglomerados populacionais importantes; a poluição química e orgânica de água e solos perto das bombas de abastecimento de água; a identificação de aquíferos confinados com água salobra e a exploração desordenada de areiros para a construção civil.

As actividades desenvolvidas constam do Relatório de Progresso Relativo ao Ano de 2009. O que se segue é um resumo dos principais resultados alcançados.

Sub-projecto “Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000”.

Equipa: geólogos José Tomás Oliveira, Elsa Ramalho, Judite Fernandes, Lídia Quental, Maria João Batista, Ruben Pereira Dias (LNEG); Elias Xavier Félix Daudi, Dino Miguel Milisse, Grácio do Rosário Cune, Vladimiro João Manhiça (DNG), técnico de geofísica Almiro Mabjaia e técnico de geologia Ussene Vasco Ussene da DI-PREME-Sofala.

De 29 de Junho a 29 de Julho deslocou-se a Moçambique uma delegação portuguesa constituída pelos geólogos José Tomás Oliveira e Ruben Pereira Dias. A geóloga Elsa Ramalho esteve também em Moçambique, de 26 de Junho a 13 de Julho.

Actividade 1. – Estudo de imagens de satélite

Foi feita pesquisa bibliográfica sobre a temática em estudo, procedeu-se às correcções atmosféricas, tratamento e processamento das imagens adquiridas e ao estudo multitemporal concentrado na evolução de algumas classes de ocupação do solo. Deste modo preparou-se o Mapa de Ocupação do Solo e traçou-se a evolução da região costeira e da vegetação, com realce para o mangal. O estudo foi efectuado pela geóloga Lídia Quental.

Actividade 2. – Cartografia Geológica

A dificuldade em se encontrarem bons afloramentos criou problemas no reconhecimento da sucessão estratigráfica que, com base na informação obtida, ficou assim constituída de baixo para cima: Formação de Mazamba (equivalente à parte superior da Formação de Inharrime), com espessura desconhecida, constituída por arenitos arcósicos de cor cinzenta clara, por vezes com concreções ferruginosas e de óxidos de Mn, intercalações de argilas, localmente com níveis de caliche, e de conglomerados com calhaus do soco precâmbrico; Arenitos do Dondo, constituídos por arenitos pouco consolidados de cor alaranjada e intercalações de argilas, com concreções ferruginosas, e espessura da ordem dos 10 m; eluviões resultantes da degradação fluvial da formação anterior; aluviões argilosos e siltosos negros com passagens de areia fina, associados à extensa planície de inundação do Rio Pungué; aluviões dos rios actuais, dunas litorais, argilas dos mangais e depósitos de praia. Os trabalhos de cartografia geológica estiveram a cargo dos geólogos Ruben Dias e José Tomás Oliveira, com a colaboração de Dino Milisse e Vladimiro João Manhiça.

Actividade 3. – Geoquímica de solos e sedimentos de corrente

As amostras de solos e sedimentos de corrente, colhidas no ano anterior, foram analisadas para elementos químicos inorgânicos no laboratório ACTLABS do Canadá. O estudo preliminar das amostras revelou concentrações mais elevadas de Cu, Pb e Zn em zonas de mais elevada densidade populacional. Em complemento desta primeira amostragem, foram recolhidas mais trinta amostras na campanha deste ano. Esta acção foi coordenada pela geóloga Maria João Batista, com colaboração do técnico de geologia Ussene Vasco Ussene.

Actividade 4. – Hidrogeologia

As amostras de água, colhidas no ano anterior, foram analisadas e estudadas. No Relatório de Progresso consta o estudo estatístico dos resultados, do qual se concluiu que a maioria das águas tem fácies hidroquímica do tipo cloretada sódica com pH compreendido entre 5 e 6. A maior parte dos parâmetros analisados situa-se abaixo

dos limites máximos admissíveis para consumo humano, embora haja excepções pontuais com valores acima dos máximos admitidos, nomeadamente quanto a pH ácido, boro, alumínio, cálcio, manganês e ferro. Não foram encontrados organismos patogénicos.

Actividade 5. – Geofísica

Estes trabalhos consistiram na realização, no campo, de perfis electromagnéticos para medição da condutividade aparente no solo. Foi utilizado o equipamento GEONICS em 34-3. Este método tem-se revelado eficaz na detecção espacial e em profundidade de contaminações antropogénicas, detecção de cunhas salinas e de falhas. As condições em que o trabalho foi realizado foram muito difíceis, face às condições atmosféricas adversas causadas por fortes chuvadas que encharcaram o solo. Apesar de tudo, foram realizadas várias medições em pontos e perfis, cujo processamento dos dados se iniciou ainda durante este ano. A equipa que conduziu os trabalhos foi coordenada pela geóloga Elsa Ramalho, com a colaboração do Eng.º Elias Xavier Félix Daudi, do técnico de geofísica Almiro Mabjaia e do técnico de geologia Ussene Vasco Ussene.

Sub-projecto “Cartografia Geológica da Ilha do Bazaruto, na escala 1:25 000 e Região do Bilene, na escala 1:50 000”.

Equipa: Luís Rebêlo e Marco Ferraz (LNEG), Adriano Sênvano, Dino Milisse, Jerónimo Mutisse e técnico de geologia Armando Manjate (DNG).

De 7 de Novembro a 6 de Dezembro, os geólogos portugueses deslocaram-se a Moçambique para mais uma campanha de trabalhos de campo, com incidência na região do Bilene, e ainda trabalho de gabinete relativo à preparação final da Carta Geológica do Bazaruto. Além dos geólogos portugueses, participaram nestes trabalhos os geólogos e os técnicos moçambicanos integrantes da equipa. Relativamente à Carta do Bilene, apesar do tempo chuvoso, foi possível reconhecer no campo as principais unidades geológicas regionais e proceder à respectiva cartografia preliminar. Os trabalhos de gabinete referentes à Carta do Bazaruto consistiram na exportação do mapa produzido em *ArcGis* para o programa de desenho *Canvas*, e acordado o *layout* final.

Os geólogos moçambicanos Adriano Silvestre Sênvano e Dino Milisse estiveram em Portugal, no LNEG, de 18 de Setembro a 31 de Outubro para realização de um estágio sobre utilização do software *ArcGis* na elaboração de cartas geológicas, digitalização e ortorrectificação de fotografias aéreas. Além disso, o geólogo Dino Milisse trabalhou ainda na conclusão da Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, designadamente a digitalização da batimetria, e o geólogo Adriano Sênvano na digitalização da Carta do Bilene.

Ano de 2010

No ano de 2010 foi aprovado um novo projecto de cooperação entre o IPAD, o LNEG e a DNG intitulado “25 Anos de Cooperação entre Portugal e Moçambique na Área das Geociências”. Este projecto foi regulamentado por protocolo assinado entre as três instituições, nas pessoas dos respectivos dirigentes, Dr. Augusto Manuel Correia, Prof.ª Teresa Ponce de Leão e Eng.º Elias Xavier Félix Daudi. O novo projecto consta de duas Actividades: A - Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira; B - Divulgação dos Resultados da Cooperação.

Actividade A – Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira

Equipa: José Tomás Oliveira; Ruben Pereira Dias, Elsa Ramalho (LNEG), Elias Xavier Félix Daudi, Dino Miguel Milisse, Gabriel Vasco Balate, Almiro Mabjaia (DNG) e Ussene Vasco Ussene (DIPREME-Sofala).

Parte desta actividade centrou-se na conclusão da cartografia geológica da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000, cujos trabalhos de campo não foi possível concluir em 2009, devido ao tempo muito chuvoso desse ano. A cartografia foi realizada pelos geólogos Ruben Pereira Dias, José Tomás Oliveira, com a colaboração dos geólogos Dino Miguel Milisse e Gabriel Vasco Balate. A carta topográfica da Beira, fornecida pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção, CENACARTA, sofreu modificações tendo em vista a sua adequação à cartografia geológica, trabalho este realizado no LNEG pelo geólogo Ruben Dias.

Tendo em vista a melhor caracterização dos aquíferos confinados com água salobra, identificados no ano anterior, foi efectuada uma campanha de geofísica com utilização do método electromagnético. Os trabalhos foram conduzidos pela geóloga Elsa Ramalho, com a colaboração do Eng.º Elias Xavier Félix Daudi, do técnico de

geofísica Almiro Mabjaia e do técnico de geologia Ussene Vasco Ussene.

Para esclarecimento de algumas dúvidas foram efectuadas mais colheitas de amostras de solos e de águas subterrâneas. O estudo destas amostras foi entregue ao laboratório canadiano ACTLABS e ao Laboratório da Agência Portuguesa do Ambiente. Os resultados destes estudos complementares constam do Relatório Final do Sub-projecto "Cartografia Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, na escala 1:50 000", datado de 2010.

Os trabalhos de campo das equipas envolvidas decorreram entre 22 de Outubro a 23 de Novembro.

Outra parte desta actividade consistiu na finalização dos trabalhos de campo na zona do Bilene e a continuação da digitalização das duas cartas geológicas da zona costeira do Bilene, acções integradas no Sub-projecto "Cartografia Geológica da Ilha do Bazaruto, na escala 1:25 000 e Região do Bilene, na escala 1:50 000". Os trabalhos foram realizados pelos geólogos Luís Rebêlo (LNEG), Adriano Sêvano, Dino Milisse, Jerónimo Mutisse e técnico Armando Manjate (DNG).

Em Portugal, foi também finalizada a Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, que se encontrava em adiantado estado de elaboração desde 2009, tendo sido entregue o ficheiro digital da mesma.

Ano de 2011

Durante este ano trabalhou-se na Carta Geológica da Região da Grande Beira e na Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, ambas na escala 1:50 000. Foram concluídas as Notícias Explicativas de ambas as cartas, assim como o Relatório Final detalhado de todas as actividades desenvolvidas.

Ainda no decurso deste ano iniciou-se a preparação do livro comemorativo dos 25 Anos de Cooperação entre a DNG, o IPAD e o LNEG.

Ano de 2012

Concluiu-se a preparação do Livro Comemorativo e preparou-se a respectiva apresentação em Maputo.

Foram ainda preparadas quatro comunicações cujos resumos foram apresentados ao 1º Congresso Geológico de Moçambique, a decorrer em Maputo, de 21 a 23 de Novembro de 2012. As referências bibliográficas destes resumos constam na lista das publicações produzidas no âmbito da cooperação (item 3.2. Artigos e outras publicações).

Cooperação com outras Instituições Portuguesas

Universidade de Aveiro

A colaboração do Departamento de Geologia da Universidade de Aveiro (UA) com a República de Moçambique (RM) teve uma nova aproximação imediatamente a seguir à independência e a convite dos Directores Nacionais de Geologia Santos Garcia, João Marques e Elias Daudi e do Senhor Ministro dos Recursos Naturais John Katchamila, contando também com o apoio de A. Figueiredo Nunes, do Instituto para a Cooperação Económica, Lisboa. O desenvolvimento desta colaboração processou-se em vários momentos.

1. Elaboração da Carta Geológica de Moçambique, na escala 1:1 000 000, editada por P. Pinna:

Discussões, em Aveiro e Maputo, com a equipa que construiu a Carta;

2. Projecto AQUATER:

Acompanhamento no início do processo;

3. Escola de Prospectores:

Proposta e elaboração dos programas;

4. Prospeção Geofísica e Geoquímica:

Cursos intensivos (semestrais, concentrados em três meses) para geólogos, realizados em 1988 no Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane, em colaboração tripartida Universidade de Aveiro - Uni-

versidade Eduardo Mondlane - Direcção Nacional de Geologia de Moçambique com a intervenção dos Profs. Edmundo Fonseca, Fernando Ladeira, Claudino Cardoso e Manuel Senos Matias;

5. Estágios na Universidade de Aveiro:

De duração variável, para estudantes da República de Moçambique;

6. Carta de Jazigos e Ocorrências Minerais de Moçambique:

6.1. Análise da documentação produzida pela equipa soviética encarregada da construção da Carta;

6.2. Intervenção na redacção da Notícia Explicativa (editada pela DNG), com reuniões efectuadas em Maputo com responsáveis da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Todo este programa de colaboração obedeceu e implicou estadias mínimas de 15 dias dos diversos membros do Departamento de Geociências da UA, envolvendo deslocações de campo.

Já na década de 90, esta actividade sofreu um abrandamento, em simultâneo com a entrada em colaboração de outras instituições portuguesas. No entanto, manteve-se o bom relacionamento com o Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane.

Em 2009, o geofísico Danta Marizane da DGN concluiu o Mestrado na Universidade de Aveiro na área da geofísica, sob orientação do Prof. M. Senos Matias.

Os docentes da UA envolvidos nestas acções de cooperação foram: J. Renato Araújo, A. Soares de Andrade, E. Fonseca, F. Ladeira, C. Cardoso e M. Senos Matias.

Instituto de Investigação Científica e Tropical

No âmbito do Acordo de Cooperação Portugal/Moçambique foram efectuadas várias missões pelo geólogo Rui Francisco do Perpétuo Socorro Afonso. Todas as missões tiveram como objectivo a preparação de artigos científicos referenciados na bibliografia.

Ano de 1981

Deslocou-se a Moçambique para colheita de dados geológico-mineiros sobre carvões de Moçambique.

Ano de 1982

Esteve em Moçambique para realizar estudos petrográficos das rochas da região de Moma (Moçambique) e observação de fotografias aéreas da mesma região.

Ano de 1983

Deslocou-se a Moçambique para colheita de dados geológicos e estudos de fotodeteção geológica da região de Derre-Chímua, Moçambique.

Ano de 1990

Em Moçambique procedeu à colheita de elementos bibliográficos sobre todos os trabalhos de índole geológico-mineira.

Ano de 1991/92

Efectuou duas deslocações a Moçambique tendo em vista trabalhos de campo e de gabinete com a finalidade de fazer a publicação do livro “*Recursos Minerais da República de Moçambique*” em co-autoria com João Marques.

Ano de 1993

A geóloga Rita Caldeira esteve em Moçambique para a implementação do Projecto “Base de Dados de Rochas Ígneas de Moçambique (BDRIM)” / IICT- DNG. Dirigiu uma Acção de Formação sobre a utilização da BDRIM, de 1 a 10 de Dezembro de 1993, na Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, em Maputo.

Ano de 1994

Estágio de Formação sobre a manutenção e aproveitamento da BDRIM, no Centro de Geologia do IICT, de um geólogo da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, de 19 de Abril a 31 de Julho de 1994.

Ano de 1994/96

Deslocações a Moçambique com o objectivo de proceder à colheita de dados geológico-mineiros para a publicação do livro intitulado “*A evolução geológica de Moçambique*” em co-autoria com João Marques e Maurizio Ferrara.

Ano de 1997

O geólogo Rui Afonso esteve em Moçambique para a realização do estudo fotogeológico e petrológico da região de Liciro-Monte Tamboni.

Ano de 1998

O mesmo geólogo deslocou-se a Moçambique para realizar trabalhos de campo e de gabinete tendo por objectivo a publicação de “*Evolução Geológica da região de Nhamatanda, Moçambique*”.

Universidade do Porto

Entre Fevereiro de 1990 e Setembro de 1995, o geólogo Lopo de Vasconcelos esteve no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para preparação do seu doutoramento focado na investigação dos Carvões da Bacia de Moatize, Moçambique. O doutoramento foi concluído com sucesso.

O técnico Teófilo Jaime Gove realizou um estágio sobre técnicas de preparação de amostras de carvão, o qual decorreu entre Setembro e Novembro de 1999. O estágio foi financiado pelo projecto NUFFIC-MHO da Holanda.

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

O técnico Leonel Carlos Chambalo realizou um estágio sobre técnicas de preparação de amostras para análises sedimentológicas, em 1998. O estágio foi financiado pelo projecto NUFFIC-MHO da Holanda.

Universidade Nova de Lisboa

Ano de 2000

Primeira visita do paleontólogo Octávio Mateus a Moçambique (Maputo) para contactos junto da Universidade Eduardo Mondlane (Departamento de Geologia) e visita a colecções paleontológicas de vertebrados.

Ano de 2009

Orientação científica do Projecto PalNiassa (com R. Araújo e R. Castanhinha).

Ano de 2010

Participação na expedição PalNiassa, para estudar os vertebrados do Pérmico da Província de Niassa. A expedição incluiu um contingente e financiamento da Universidade Nova de Lisboa, Museu da Lourinhã e Museu Nacional de Geologia (Maputo). Visita a colecções paleontológicas no Museu Nacional de Geologia.

3. Publicações, por ordem cronológica

3.1. Cartografia Geológica

Ledder, H., com colaboração de Marques, J. M., Garcia, R. S., Cilek, V., Oliveira, J. T., Muianga, A., 1993. *Carta de Jazigos e Ocorrências de Minerais Não Metálicos*, escala 1:1 000 000. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto para a Cooperação Económica, de Portugal.

- Ferrara, M., Momade, F., Oliveira, J. T., com colaboração de Mahumane, M., Fumo, C., Pambo, C., Muiene, C., Nhantsave, A., Conjo, J., Dâmaso, L., 1995. *Carta Geológica da Folha 2532D3-Maputo, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Momade, F., Ferrara, M., Oliveira, J. T., 1996. *Notícia Explicativa da Carta Geológica da Folha 2532D3-Maputo, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Instituto Geológico e Mineiro e Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Sênvano, A., Rebêlo, L., Marques, J., com colaboração de Mamad, A., Fumo, C., Momade, F., Monteiro, H., Oliveira, J. T., Ferrara, M., Ramsay, P., 1997. *Notícia Explicativa da Carta Geológica da Ilha da Inhaca, Folha 2632 B2b, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Sênvano, A., Rebêlo, L., Marques, J., com colaboração de Mamad, A., Momade, F., Oliveira, J. T., Monteiro, H., Ramsay, P., Fumo, C., Conjo, J., Pereira, A., Cunha, T. A., 1999. *Carta Geológica da Ilha da Inhaca, Folha 2632 B2b, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Marques, J. M., Ferrara, M., Oliveira, J. T., Cunha, T., com colaboração de Nogueira, D., Dâmaso, L., Pereira, A., Dâmaso, B., Conjo, J., 2001. *Carta Tectónica de Moçambique, escala 1:2 000 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Geológico e Mineiro e o Instituto da Cooperação Portuguesa.
- Monteiro, J. H., Mamad, A., V., Vieira, F., Mil-Homens, M., Pires, C., Rebêlo, L., com a colaboração de Marques, J., Oberreuter, P., Daudi, E., Cuamba, F., Oliveira, J. T., Pinheiro, L., Teixeira, F., 2007. *Carta Geológica da Margem Continental, escala 1:2 000 000*. Edição digital. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Saranga, I. S., Sênvano, A., Oliveira, J. T., Dias, R. P., Fumo, C., Pambo, C., com a colaboração de Lachelt, S., Momade, F., Muianga, A., Guaiassa, A., Chemane, C., Cunha, T. A., Pereira, A., 2008. *Carta Geológica de Catembe, Folha 2632 B1, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Saranga, I. S., Sênvano, A., Momade, F., Oliveira, J. T., Dias, R. P., 2009. *Notícia Explicativa da Carta Geológica de Catembe, Folha 2632 B1, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Milisse, D., Sênvano, A., Rebêlo, L., com colaboração de Momade, F., Guambe, B., Brito, P., Ferraz, M., 2009. *Carta Geológica da Ilha do Bazaruto, escala 1:25 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, V. U., Muchibane, A., Cune, G., Manhiça, V., Balate, G., com colaboração de Ramalho, E., Daudi, E., Magaia, A., Nave, S., Rebêlo, L., Muchanga, A., Lidia, C., Gomane, Z. G., 2011a. *Parte I - Notícia Explicativa da Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. In: Tomás Oliveira (coordenador) - Notícia Explicativa da Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, Escala 1:50 000. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, 7-40.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, V. U., Muchibane, A., Cune, G., Manhiça, V., Balate, G., Pereira, A., 2011b. *Carta Geológica da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Qental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Milisse, D., Cune, G., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Balate, G., Ussene, V. U., Magaia, A., 2011a. *Parte II - Notícia Explicativa da Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. In: Tomás Oliveira (coordenador) - Notícia Explicativa da Carta Geológica e Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, Escala 1:50 000. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, 41-88.
- Qental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Milisse, D., Cune, G., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Balate, G., Ussene, V. U., Magaia, A., Pereira, A., 2011b. *Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, escala 1:50 000*. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.
- Rebêlo, L., Sênvano, A., Milisse, D., Ferraz, M., Mutisse, J. A., Brito, P., com colaboração de Fumo, C., Manjate, A., Mussane, A., 2012. *Carta Geológica da Região do Bilene, escala 1:50 000*. Publicada no âmbito do protocolo entre a Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, o Laboratório Nacional de Energia e Geologia de Portugal e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento.

3.2. Artigos e outras publicações

- Afonso, R. S., 1982. Ambiente geológico dos Carvões Gonduânicos de Moçambique - Uma Síntese. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **70**, 2, Symposium on Gondwana Coals.
- Afonso, R. S., 1983. Geologia da região de Moma (Moçambique). *Garcia da Orta. Série Geológica*, **6**, 1-2.
- Afonso, R. S., 1984. Geologia da região de Derre-Chímua, Moçambique. *Garcia de Orta. Série Geológica*, **7**, 1-2.
- Afonso, R. S., Crasto, J. P., 1992. Contribuição para o conhecimento da bibliografia geológica-mineira da República de Moçambique. *Comunicações*, Instituto de Investigação Científica Tropical.
- Afonso, R. S., Marques, J. M., 1993. *Recursos Minerais da República de Moçambique: contribuição para o seu conhecimento*. Instituto de Investigação Científica e Tropical, Lisboa e Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- Marques, J., Pereira, E., Dinis, C., 1995. Cisalhamento de Muepe-Montepuez (Norte de Moçambique). Significado geodinâmico e metalogénico no contexto do Cinturão Moçambicano e do Orógeno Kibariano. *Livro de Resumos do IV Congresso Nacional de Geologia*, Porto, 569-574.
- Vasconcelos, L., 1995. Contribuição para o conhecimento dos carvões da Bacia Carbonífera de Moatize, Província de Tete, República de Moçambique. *Tese de Doutoramento. Texto (Volume I), Tabelas, Figuras, Estampas (Volume II)*. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal.
- Vasconcelos, L., 1997. Contribuição para o conhecimento dos carvões da Bacia Carbonífera de Moatize, Província de Tete, República de Moçambique. Resumo da Tese de Doutoramento. *GEOLogos* (Porto), **1**, 52-57.
- Afonso, R. S., Marques, J. M., Ferrara, M., 1998. *A evolução geológica de Moçambique*. Edição conjunta do Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, e da Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.
- Afonso, R. S., 1999. Evolução geológica da região de Nhamatanda, Moçambique. *Comunicações da Série de Ciências da Terra, do IICT*, **8**, 52p, 1 Mapa geológico à escala 1:100 000.
- Afonso, R. S., 1999. Evolução geológica da região do Liciro-Monte Tamboni, Moçambique. *Comunicações da Série de Ciências da Terra do IICT*, **6**, 26p, 1 Mapa geológico.
- Quental, L., Oliveira, J. T., Dias, R. P., Batista, M.J., Fernandes, J., 2009. Land cover characterization and change detection using multispectral imagery for the Beira area, Mozambique: a preliminary approach. *Proceedings of the 33rd International Symposium of Remote Sensing of the Environment*. 585 pdf, 4 p.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Ramalho, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Quental, L., Milisse, D., Manhiça, V., Ussene, U., Cune, G., Daudi, E. X., 2010. Cartografia geológica e geoambiental da Beira, Moçambique, à escala 1:50 000 – resultados preliminares. VIII Congresso Nacional de Geologia, *Revista e-Terra: CNG 2010*, **9**: Geociências do Ambiente e Geoengenharia, nº2, 4 p, ISSN 1645-0388.
- Fernandes, J., Batista, M. J., Ramalho, E., Quental, L., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Cune, G., Daudi, E., Milisse, D., Ussene, U., Manhiça, V., 2010. Utilização de metodologias integradas na produção da Carta Geoambiental da Cidade da Beira, Moçambique. Resultados preliminares. *Proceedings do 10º Congresso da Água: Marcas d'Água*. APRH, Alvor, 21 a 24 de Março, 17p (CD Rom).
- Batista, M. J., Fernandes, J., Ramalho, E., Quental, L., Dias, R., Milisse, D., Manhiça, V., Ussene, U., Cune, G., Daudi, E. X., Oliveira, J. T., 2011. Geochemical Characterisation Of Soils And Sediments Of The City Of Beira, Mozambique: A Preliminary Approach. Chapter 31. In: Christopher Johnson, Alecos Demetriades, Juan Locutura and Rolf Tore Ottesen (Eds) *Mapping The Chemical Environment Of Urban Areas*. ©2011 John Wiley & Sons, Ltd., 584p. ISBN:978-0-470-74724-7.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Batista, M. J., Quental, L., Fernandes, J., Ramalho, E., Daudi, E., 2012. Uma Visão Plural para um Contributo Geoambiental na Área da Grande Beira, Moçambique. *Livro de Resumos do Colóquio Internacional IICT - Ciências nos Trópicos: Olhares Sobre o Passado, Perspectivas de Futuro*, 5 a 7 de Janeiro, Lisboa, 55-56.
- Dias, R. P., Oliveira, J. T., Milisse, D., Ussene, U., 2012. Geologia da Região da Grande Beira. *Livro de Resumos e Resumos Alargados do 1º Congresso de Geologia de Moçambique: Geologia para o Desenvolvimento Económico*, 21 a 23 de Novembro, Maputo, 6-10.
- Fernandes, J., Ramalho, E., Batista, M. J., Dias, R. P., Oliveira, J. T., Quental, L., Daudi, E. X., Milisse, D., Cune, G., Ussene, U., Manhiça, V., 2012. Metodologias para Cartografar Águas Salgadas e Salobras Aprisionadas em Formações Geológicas da Beira, Moçambique. *Proceedings do 11º Congresso da Água: valorizar a água num contexto de incerteza*. APRH, Porto, 6 a 8 de Fevereiro, p.369.
- Quental, L., Ramalho, E., Daudi, E., Batista, M. J., Fernandes, J., Dias, R. P., Oliveira, J. T., 2012. Carta Geoambiental da Região da Grande Beira, Moçambique, escala 1:50 000. *Livro de Resumos e Resumos Alargados do 1º Congresso de Geologia de Moçambique: Geologia para o Desenvolvimento Económico*, 21 a 23 de Novembro, Maputo, 79-82.
- Rebêlo, L., Sênvano, A., Milisse, D., Ferraz, M., Mutisse, J., 2012. Geologia da Região de Bilene - evolução recente desse

sector costeiro. *Livro de Resumos e Resumos Alargados do 1º Congresso de Geologia de Moçambique: Geologia para o Desenvolvimento Económico*, 21 a 23 de Novembro, Maputo, 87-89.

Rebêlo, L., Sênvano, A., Milisse, D., Brito, P., 2012. A Geologia da Região de Bazaruto - Carta Geológica à escala 1:25 000. *Livro de Resumos e Resumos Alargados do 1º Congresso de Geologia de Moçambique: Geologia para o Desenvolvimento Económico*, 21 a 23 de Novembro, Maputo, 2-5.

3.3. Relatórios técnicos seleccionados

Oliveira, J. T., 1982. Comentário ao relatório geológico “ Sobre os trabalhos de prospecção geológica, pesquisa geológica preliminar e pesquisa geológica detalhada, com o objectivo de avaliar as ocorrências de grafite na província de cabo Delgado”. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Oliveira, J. T., Marques, J., 1983. Relatório das conversações havidas em Itália, entre a DNG e a empresa Aquater, sobre o projecto “Cartografia geológica e pesquisa geoquímica nas províncias da Zambézia e Nampula”. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Oliveira, J. T., 1993. Adaptação para a língua portuguesa do texto original da Notícia Explicativa da Carta Geomorfológica de Moçambique, escala 1:1 000 000, por Igor Bondyrev. Versão preliminar. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Pereira, E., Dinis, C., 1995. Nota prévia sobre a missão Montepuez - Balama.

Pereira, E., Dinis, C., Castro, P., 1996. Interpretação geológica e geoquímica do Sector de Namuno - Balama. Relatório final da missão Montepuez - Balama. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Rebêlo, L. P., 1996. Estudo geológico da Ilha da Inhaca, em Moçambique. Importância da sedimentação eólica na evolução da Ilha. Departamento de Geologia Marinha, Instituto Geológico e Mineiro.

Oliveira, J. T., Pereira, E., 1997. Estudo preliminar do potencial aurífero das Regiões de Manica e Niassa. Direcção Nacional de Geologia de Moçambique.

Oliveira, J. T., 2002. Relatório de missão realizada no âmbito da cooperação tripartida DNG, ICP, IGM.

3.4. Relatórios de estágios realizados no LNEG

Alface A., 1989. Estudo de amostras de sondagens, efectuado nos Serviços Geológicos de Portugal.

Muianga A. F., 1989. Relatório de estágio em desenho cartográfico nos Serviços Geológicos de Portugal.

Teodoro N. M., Nhanzilo B. A., 1989. Relatório sobre o estágio de caracterização de rochas e minerais não metálicos no Laboratório da Direcção Geral de Geologia e Minas, Porto.

Timbre A. J., Fumo C., 1989. Relatório de estágio sobre cartografia geológica efectuado nos Serviços Geológicos de Portugal.

Vieira F., 1990. Processamento e compilação de dados geológicos da plataforma continental de Moçambique. Relatório de estágio.

Cuamba F., 1991. Estudo sedimentológico, efectuado nos Serviços Geológicos de Portugal.

Marques J. M. R., 1991. Relatório das visitas efectuadas às minas de Aljustrel e Neves Corvo, e a duas pedreiras de mármore em Vila Viçosa, Portugal.

Momade F., 1991. Relatório final de um estágio de sedimentologia realizado nos Serviços Geológicos de Portugal.

Vieira F., 1992. Relatório final do estágio realizado no Núcleo de Geologia Marinha dos Serviços Geológicos de Portugal.

Momade F., 1993. Relatório de estágio em sedimentologia nos Serviços Geológicos de Portugal. Tratamento da sondagem SM2.

Muianga A., 1993. Relatório do estágio em desenho cartográfico efectuado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Conjo J. A., 1994. Relatório final do estágio profissional realizado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Machaiie P., 1995. Relatório de estágio sobre hidrogeologia, efectuado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Mamad A. V., 1995. Relatório de estágio de geologia marinha, efectuado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Dinis C., 1996. Relatório do estágio realizado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal, tema Hidrogeologia.

Dinis C., 1996. Relatório do estágio realizado no Laboratório do Instituto Geológico e Mineiro, Porto, sobre geoquímica.

Júnior L. M. C., 1996. Relatório do estágio de formação profissional na área das rochas ornamentais, realizado no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Momade F., 1996. Estágio no Instituto Geológico e Mineiro de Portugal, para a finalização da Notícia Explicativa da Carta Geológica de Maputo, e respectiva impressão.

Conjo J., 1997. Relatório sobre a preparação para impressão da Carta Tectónica de Moçambique.



Que futuro? *Fotografia de Judite Fernandes.*

