

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).

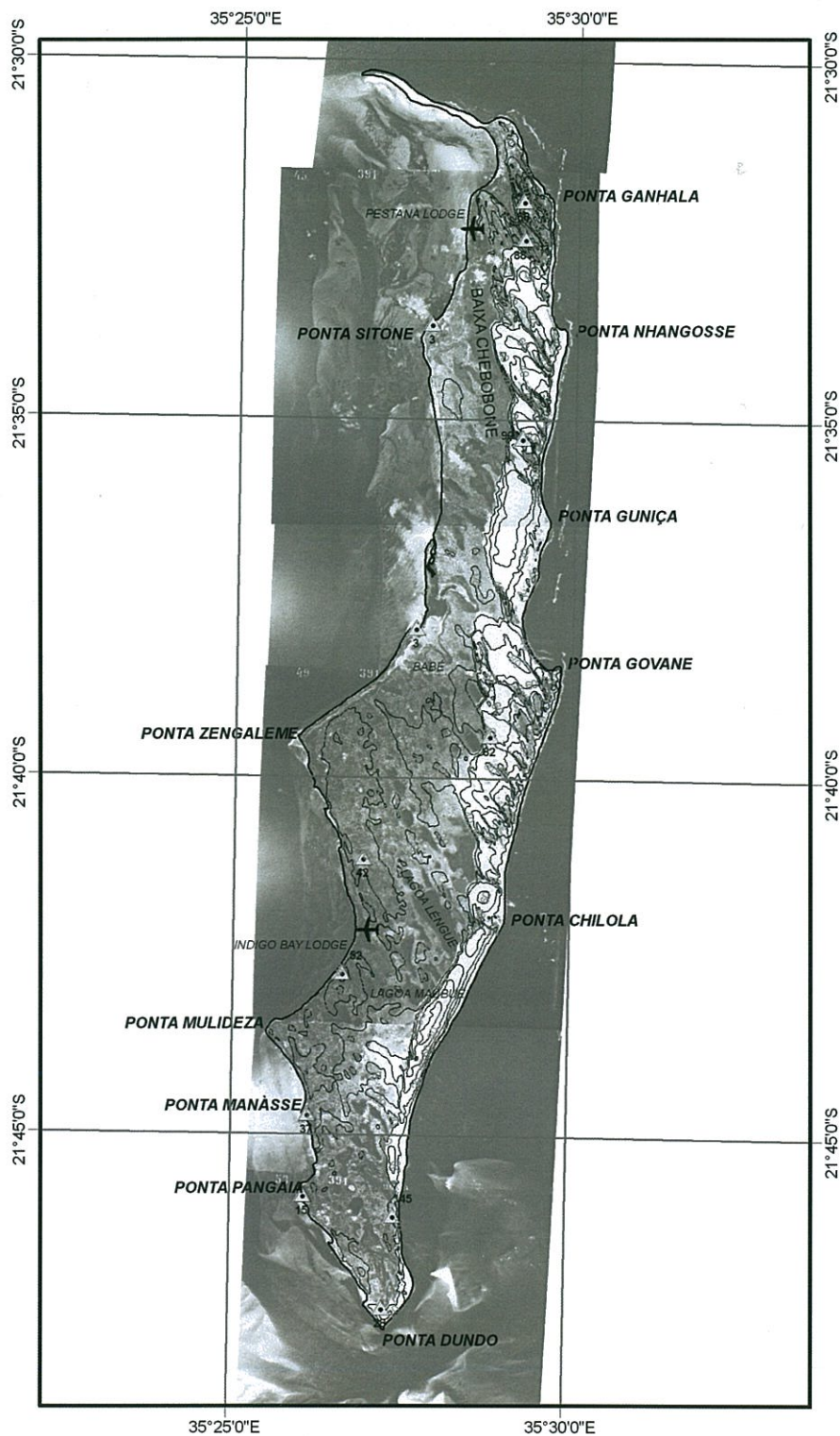


Figura 52. Ilha do Bazaruto: Principais localizações sobre mosaico de fotografia aérea georeferenciado, e altimetria proveniente das cartas topográficas 1:50 000.

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).

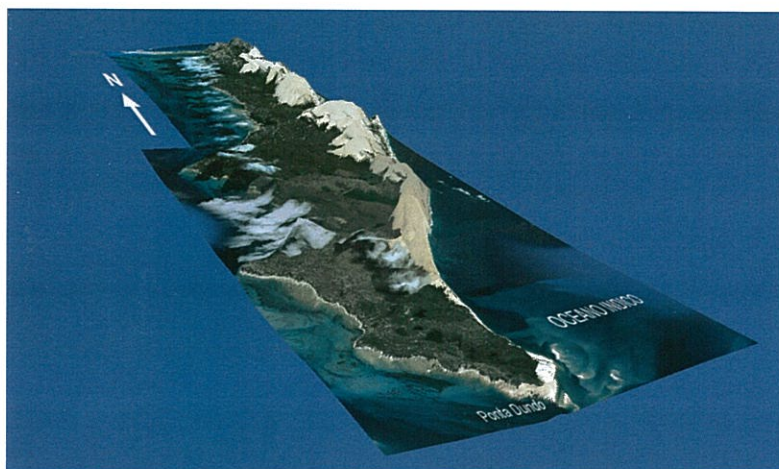


Figura 53. Perspectiva 3D da Ilha do Bazaruto, pondo em evidência o relevo formado pelas dunas activas que contactam com o Oceano Índico.



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, dispendo-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 Maubuè, 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.