



## **O LITORAL EM ARRIBA DA KATEMBE (SUL DE MAPUTO, MOÇAMBIQUE) – EROSÃO, ESTABILIDADE E DESAFIOS PARA O PLANEAMENTO E GESTÃO**

**Sónia Alcobia<sup>1</sup>, Pedro Bettencourt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Geóloga(o), NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.,  
Estrada do Paço do Lumiar – Campus do Lumiar, Edifício D – R/C, 1649-038 LISBOA – PORTUGAL,  
[sonia.alcobia@nemus.pt](mailto:sonia.alcobia@nemus.pt), [pedro.bettencourt@nemus.pt](mailto:pedro.bettencourt@nemus.pt)

### **RESUMO**

À semelhança do que acontece noutros litorais em arriba, a evolução recente da KaTembe (Sul de Maputo, Moçambique) é marcada por situações de instabilidade. O litoral em arriba terrosa encontra-se num processo dinâmico de erosão, evidenciado por movimentos de massa de vertente, que, embora esporádicos e descontínuos espacialmente, podem em alguns locais ser de significativa perigosidade. Embora a erosão marinha contribua para a evolução deste troço litoral, a água de escorrência e da precipitação têm um papel preponderante na modelação e erosão das arribas.

O território da KaTembe apresenta-se ainda relativamente naturalizado, com uma ocupação dispersa e, portanto, geradora de menor pressão do que aquela que se espera para o futuro próximo. Num contexto de maior pressão sobre a zona costeira da KaTembe, mas também num quadro de alterações climáticas, em particular no que respeita à subida do nível médio do mar, colocam-se diversos desafios ao planeamento e à gestão do litoral em arriba, que por um lado é sensível à forma de utilização e ocupação futuras, e, por outro lado, se encontra sujeito a uma natural e permanente actuação dos agentes erosivos que potenciam a ocorrência de movimentos de massa de vertente geradores de risco.

No âmbito de um conjunto de estudos ambientais desenvolvidos na KaTembe foram realizados reconhecimentos geológicos locais do troço costeiro compreendido entre o Hotel Galery e a zona a Sul da Ponta Maona (cerca de 7.5 km de extensão) que permitiram observar os principais factores intrínsecos e extrínsecos à evolução das arribas, analisar os processos e os fenómenos responsáveis pela ocorrência de potenciais movimentos de massa de vertente, identificar zonas de maior susceptibilidade à instabilidade e compreender de que modo as condições de estabilidade destes relevos justificam a adopção de determinadas medidas de planeamento e gestão.

**Palavras-chave:** Arriba, erosão, estabilidade, movimentos de massa de vertente, planeamento, gestão.



## 1. Introdução

As arribas do litoral da KaTembe (Sul de Maputo, Moçambique) são sistemas naturais dinâmicos e em permanente evolução, sensíveis a afectações decorrentes de novos usos e ocupações do solo, em particular à expectável pressão gerada pelo aumento substancial do número de pessoas na região com o crescimento urbano da área metropolitana de Maputo, bem como em resultado da melhoria das acessibilidades após a conclusão da ponte Maputo/KaTembe e com a concretização do projecto rodoviário Maputo/KaTembe/Ponta do Ouro.

Sendo a zona costeira palco de processos naturais complexos e em que a actuação dos agentes erosivos é uma constante e potencia a ocorrência de movimentos de massa de vertente geradores de risco, importa conhecer as condições geológicas e de estabilidade locais das arribas tendo em vista assegurar o desenvolvimento sustentável e a salvaguarda da segurança de pessoas e bens. Num contexto de maior pressão sobre a zona costeira da KaTembe, mas também num quadro de alterações climáticas, em particular no que respeita à subida do nível médio do mar, colocam-se assim diversos desafios ao planeamento e à gestão deste litoral em arribas.

No âmbito de um conjunto de estudos ambientais desenvolvidos na KaTembe foram realizados reconhecimentos geológicos locais do troço costeiro compreendido entre o Hotel Galery e a zona a Sul da Ponta Maona que permitiram observar os principais factores intrínsecos e extrínsecos à evolução das arribas, analisar os processos e os fenómenos responsáveis pela ocorrência de potenciais movimentos de massa de vertente, identificar zonas de maior susceptibilidade à instabilidade e compreender de que modo as condições de estabilidade destes relevos justificam a adopção de determinadas medidas de planeamento e gestão.

## 2. Enquadramento

### 2.1. Localização

O litoral da KaTembe é definido, de Noroeste para Sudeste, por um sistema praia-duna que, junto ao Hotel Galery, sensivelmente a meio do arco costeiro que caracteriza a parte exterior do estuário do Espírito Santo, adquire um traçado marcado por arribas terrosas. A continuidade do litoral em arribas mantém-se ao longo da Baía de Maputo, desde a Ponta Maona até à Ponta Elisa (a Sudeste da área de estudo).



27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

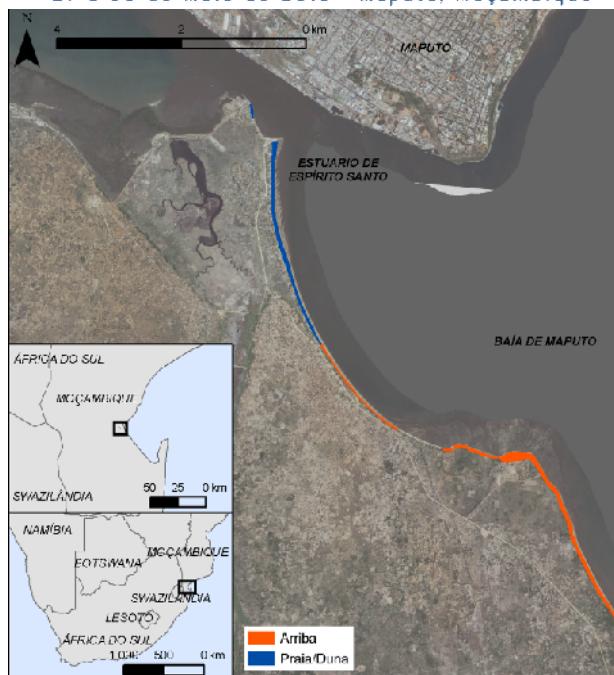


Figura 1 – Localização do litoral em arriba da KaTembe

## 2.2. Aspectos fisiográficos

A fisiografia da KaTembe é marcada pela altimetria inferior a 50 m e o relevo aplanado (declives inferiores a 2%), consonante com o ambiente típico de sedimentação costeira em que predominam as dunas. Junto à linha de costa as arribas definem quebras de declive, variáveis entre 8% e 16% e, pontualmente, superiores a 25%.

As arribas da KaTembe correspondem a maciços terrosos que conferem aos 7.5 km de litoral, sujeito a reconhecimento geológico, um traçado aproximadamente rectilíneo e contínuo ao longo de praticamente toda a sua extensão. A continuidade do troço costeiro só pontualmente é interrompida pelo ravinamento, em alguns casos profundo, das formações geológicas e pela afluência de um dos poucos cursos de água com expressão na região - o rio Pondoço (Oeste da Ponta Maona).

A morfologia das arribas é marcada por dois perfis topográficos diferenciados entre si: um perfil transversal próximo da subverticalidade, talhado nas rochas das Formações da Ponta Maona e de Tembe, e um perfil com inclinação variável, em média, entre os 45° e o 60°, definido pelos arenitos arcóscicos da Formação da Ponta Vermelha.

## 2.3. Geologia

As características das formações geológicas de suporte das arribas da KaTembe são descritas por Saranga *et al* (2008).

A KaTembe caracteriza-se pela relativa homogeneidade litológica e predomínio dos terrenos da Formação de Congolote. A Formação de Congolote corresponde a uma espessa cobertura dunar com idade inferior a 10 mil anos (Pleistocénico superior), composta por areias, bem calibradas, de granulometria variável entre fina a média, em geral pouco consolidadas, com tonalidades compreendidas entre branco, amarelo e laranja, associadas à ferruginação.



Sob os depósitos de dunas encontra-se a Formação da Ponta Vermelha (Plistocénico inferior), constituída por arenitos castanho-avermelhados, ferruginosos, compactos, que afloram de forma muito restrita junto à costa.

A Formação da Ponta Vermelha assenta em discordância angular sobre a Formação de Ponta Maona, constituída por arenitos arcóscicos, relativamente consolidados, branco-esverdeados. Nesta unidade geológica, que se admite ser do Pliocénico superior-Plistocénico inferior, ocorrem intercalações de concreções carbonatadas e couraças ferruginosas, bem como níveis microconglomeráticos (na base), alinhados ou em bolsas isoladas e que podem atingir 1 m de espessura. É esta unidade geológica que suporta grande parte do troço costeiro em arriba.

A Formação de Tembe corresponde à unidade geológica aflorante mais antiga de KaTembe (Miocénico superior-Pliocénico inferior), sendo observável na base das arribas que afloram a Sul da Ponta Maona. É constituída por arenitos finos a médios e siltitos, cimentados numa matriz carbonatada, com níveis microconglomerados e arenitos mais compactos e bancadas fossilíferas, em alguns casos lumachélicas, nas quais se destacam as ostras, mas também gastrópodes, corais, foraminíferos e algas. Na base das arribas suportadas por esta unidade geológica observam-se bancadas de calcretos concrecionados.

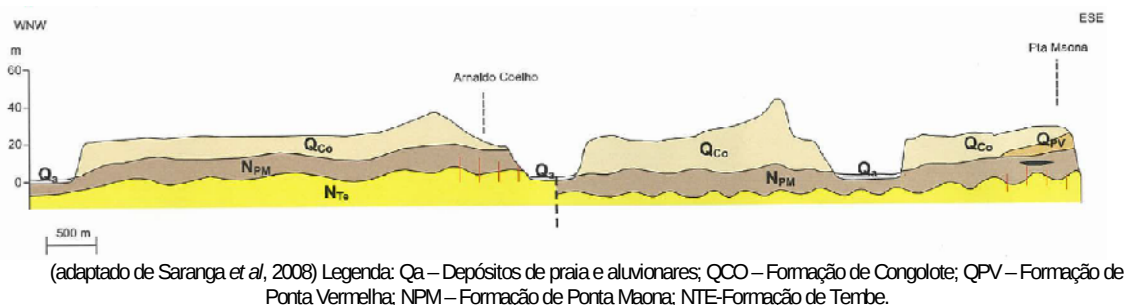


Figura 2 – Corte geológico entre a Ponta Maona (Este) e a margem direita do rio Tembe (Oeste)

## 2.4. Condições climáticas e hidrodinâmicas locais

A precipitação média mensal, registada na estação de Maputo/Mavalane, varia entre os 11,4 mm, em Setembro, e os 149,9 mm, em Novembro. Embora o mês de Setembro seja aquele em que se registam os mais baixos valores de precipitação, destacam-se também pela reduzida pluviosidade os meses de Maio, Junho, Julho e Agosto. Entre Novembro e Fevereiro registam-se os valores de precipitação mais elevados. A precipitação média em ano seco é de 406,2 mm e em ano húmido é de 955,5 mm.

O regime de ondulação local caracteriza-se pela reduzida altura das ondas que atingem a linha de costa da KaTembe, fruto, em grande parte, da protecção conferida pelo estuário do Espírito Santo e pela Baía de Maputo. Simulações realizadas ao regime de propagação da agitação de geração local mostram que perto da KaTembe, para ventos de Sul, as alturas significativas das ondas variam entre 0,2 m e 0,25 m. Para condições de agitação ao largo frequentes as simulações mostram que a altura significativa das ondas que atingem a linha de costa da KaTembe não ultrapassa valores máximos de 0,3 m. Para condições de agitação ao largo extremas, referentes a períodos de retorno de 25, 50, 100 e 500 anos, verifica-se o mesmo tipo de comportamento que nas situações de agitação ao largo mais frequentes, ou seja, uma redução significativa da ondulação do largo para o interior da Baía Maputo. Nestes casos, estima-se que a altura significativa da ondulação na KaTembe seja da ordem de 0,4 m.

## 4. Principais resultados e contributos

### 4.1. Erosão e factores de instabilidade



11<sup>o</sup> Simposio sobre o Litoral e os Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa - VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

11<sup>o</sup> SILUSBA  
Zonas Costeiras 2013

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

A evolução e as características fisiográficas do troço costeiro entre o Hotel Gallery e a Sul da Ponta Maona são expressão do efeito combinado dos agentes de erosão marinha e subaérea sobre os terrenos detriticos das Formações da Ponta Maona, Ponta Vermelha e Tembe.

A erosão marinha é consequência da acção da ondulação incidente sobre a base das arribas, sendo esta responsável pelo gradual, mas pouco profundo, escavamento basal dos maciços terrosos. Por o litoral em arriba se desenvolver na dependência do estuário do Espírito Santo e da Baía de Maputo o hidrodinamismo e a energia da ondulação são relativamente reduzidos e o efeito erosivo sobre o sopé é pouco intenso. Acresce ainda o efeito protector dos depósitos de vertente no sopé das arribas e das bolsas de mangal, que acompanham a linha de costa desde a Ponta Maona e que localmente contribuem para que o perfil de evolução das arribas seja essencialmente controlado pelos processos de erosão subaérea.

De facto, embora a erosão marinha contribua para a evolução da linha de costa, a água de escorrência e da precipitação tem um papel preponderante na modelação e erosão das arribas. A água é o principal agente responsável pela desintegração e alteração das rochas e por uma das principais características do litoral - o intenso ravinamento que se observa na face de parte significativa das arribas suportadas pela Formação da Ponta Maona e que conferem à linha de costa o aspecto canelado característico. O poder erosivo da escorrência superficial, e sobretudo a sua concentração em determinados locais, é observável em diversos troços e evidencia alguns problemas de drenagem a montante.



Figura 3 – Aspecto do ravinamento das arribas suportadas pela Formação da Ponta Maona

Para além dos fenómenos de erosão ravinante das formações terrosas, a água de escorrência contribui para a erosão diferencial entre estratos com diferentes graus de resistência, sobretudo na Formação de Tembe. Por sua vez, a água que se infiltra a montante e circula em profundidade contribui para a saturação dos terrenos e para o aparecimento de algumas emergências na face e na base das arribas.

Um dos principais aspectos a considerar na evolução das arribas da KaTembe é o facto de serem talhadas em arenitos pouco consolidados, com um comportamento de solo do ponto de vista geotécnico, e relativamente pouco resistentes à erosão. A Formação de Tembe apresenta contudo maior resistência à erosão, sendo as rochas da Formação da Ponta Vermelha as mais desagregáveis.

Também as discontinuidades, associadas ao ravinamento e à descompressão dos maciços terrosos, constituem factores intrínsecos particularmente importantes nos mecanismos e nas tipologias de evolução destas arribas. A compartimentação dos maciços terrosos em blocos prismáticos com dimensões diferenciadas origina zonas de fraqueza estrutural por excelência, potenciando a prazo a sua queda.

No que respeita à actividade humana foram identificadas situações de circulação pedonal ao longo do perfil das arribas, sobretudo entre o Hotel Gallery e a Ponta Maona, definindo corredores preferenciais de escoamento superficial e de intensificação dos fenómenos erosivos subaéreos.



#### 4.2. Troços susceptíveis à instabilidade e movimentos de massa de vertente

À semelhança do que acontece noutros litorais em arribas, a evolução recente da KaTembe é marcada por situações de instabilidade. O litoral em arriba terrosa encontra-se num processo dinâmico de erosão, evidenciado por movimentos de massa de vertente, que, embora esporádicos e descontínuos espacialmente, podem em alguns locais ser de significativa perigosidade.

A ocorrência dos movimentos de massa de vertente deve-se, em geral, à combinação dos factores intrínsecos ao material que suporta as arribas e a factores externos, sendo que em condições de evolução natural a água assume o papel principal. A combinação e a ciclicidade dos fenómenos de erosão com as características dos maciços terrosos traduzem-se na susceptibilidade à ocorrência de situações de desagregação/fluxos de materiais terrosos, de pequenos escorregamentos de solos, de tombamento de blocos com dimensões métricas devido à descompressão lateral dos maciços e ao alargamento de descontinuidades, bem como às quedas de blocos.

O reconhecimento de campo efectuado ao longo de cerca de 7.5 km de extensão do troço costeiro em arriba da KaTembe permitiu identificar quatro troços com maior susceptibilidade à instabilidade das arribas: i) o troço imediatamente a Sul do Hotel Galery; ii) os troços envolventes ao Quartel de Djidjidji; iii) a Ponta Maona e o iv) o troço a Sudeste da Ponta Maona. A elevada susceptibilidade à erosão das arribas corresponde a cerca de 52% da extensão do troço costeiro que foi alvo de reconhecimento geológico e de análise das condições de estabilidade.

Estes troços de elevada susceptibilidade à instabilidade das arribas estão sobretudo associados às rochas da Formação da Ponta Maona, tendo-se identificado factores condicionadores e desencadeadores susceptíveis de originar novos e recorrentes movimentos de massa de vertente (sobretudo quedas e tombamentos de blocos).

O troço imediatamente a Sul do Hotel Galery, com cerca de 800 m de extensão, foi onde se observaram algumas das situações de instabilidade de maior perigosidade. Identificaram-se tombamentos de parte da face das arribas e blocos caídos com mais de 3 m de comprimento. Para esta instabilidade muito contribui a água, quer infiltrada, quer da drenagem superficial proveniente de montante, sobretudo da estrada que liga Katembe à Ponta do Ouro, quer ainda a descompressão paralela à face da arriba e que individualiza blocos métricos sem sustentação basal.

Embora a ondulação contribua para o escavamento basal das arribas, os problemas de estabilidade do troço envolvente ao Quartel de Djidjidji estão sobretudo relacionados com os agentes de erosão subaérea. Neste troço a instabilidade é marcada pelos depósitos de blocos caídos e de alguns tombamentos da face das arribas. O troço Norte do Quartel de Djidjidji é o único caso em que a arriba se encontra totalmente fora da acção da erosão marinha, tendo sido identificado, no topo do talude, cicatrizes recentes de escorregamento e um significativo volume de depósitos de vertente acumulados no sopé, resultantes de anteriores movimentos de massa.

Na Ponta Maona e envolvente a Sudeste a acção combinada dos agentes de erosão subaérea e marinha originam sobretudo situação de ravinamento e potenciam os tombamentos e as quedas de blocos sem sustentação basal. Verificou-se ainda situações pontuais de algares sem preenchimento, formas cónicas com desenvolvimento vertical associado à concentração de águas de escorrência nas rochas da Formação da Ponta Maona.



Figura 4 – Blocos acumulados na base das arribas (a Sul do Hotel Galery)



Figura 5 – Blocos em equilíbrio precário sem sustentação basal (Ponta Maona)

No restante troço costeiro a susceptibilidade à instabilidade das arribas é em grande parte baixa, em virtude das condições geológicas e fisiográficas locais, em particular porque as rochas que suportam as arribas apresentam maior resistência à erosão, são pouco altas ou com perfil pouco inclinado, ou pelo facto da acção dos agentes erosivos ser relativamente pouco intensa devido à presença de vegetação na face das arribas, ao desenvolvimento de bolsas de mangal a acompanhar a linha de costa e à acumulação de depósitos de vertente na base dos taludes. Neste troço os movimentos de massa de vertente potenciais são essencialmente os pequenos escorregamentos rotacionais de solos na base das arribas mais expostas à ondulação incidente, em geral com menos de 1.5 m de altura, e pequenos fluxos de solos por acção da água de escorrência.

## 5. Discussão

A evolução das arribas é determinada por movimentos de massa de vertentes de diferentes tipos e cujos potenciais efeitos podem constituir significativos constrangimentos à ocupação e utilização da zona costeira. Nas últimas décadas, em várias zonas do mundo, devido ao incremento do uso das zonas costeiras em arriba, sobretudo associado à ocupação urbana e à utilização balnear e de lazer, as questões relacionadas com o recuo da linha de costa adquiriram particular relevância, quer pela necessidade de minimização de riscos naturais, quer pelos impactos paisagísticos e custos associados a intervenções de tratamento da instabilidade (Marques, 2009).



27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

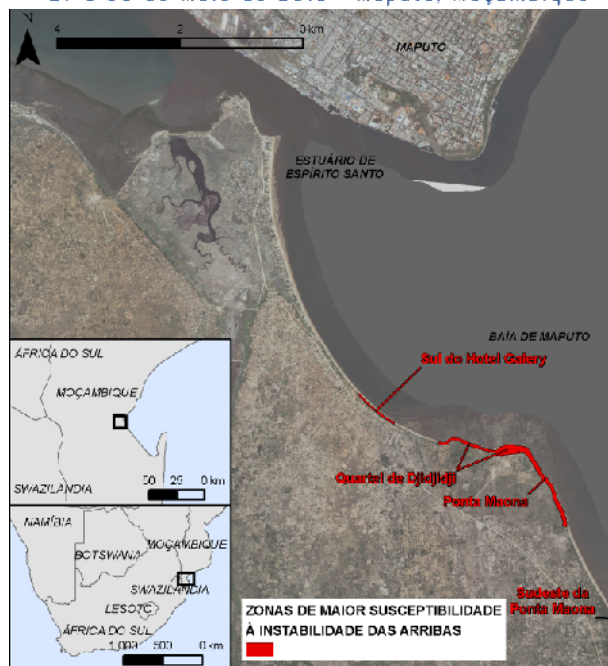


Figura 6 – Troços com maior susceptibilidade à instabilidade das arribas

Embora a instabilidade do litoral em arriba da KaTembe não assuma as proporções que se assiste em alguns locais da zona costeira portuguesa, a sua consideração é essencial no planeamento da região e na gestão do risco.

Apesar da instabilidade que é intrínseca à evolução natural das arribas, o crescimento urbano progressivo e o maior número de pessoas que frequentará e utilizará a zona costeira constituem um dos principais motores da mudança na KaTembe, podendo influenciar a estabilidade deste relevos costeiros por intensificação da erosão e dos factores de instabilidade.

Em Moçambique estão em fase de preparação os primeiros instrumentos de planeamento da zona costeira do país e encontram-se em curso alguns planos de ordenamento associados ao desenvolvimento socioeconómico futuro da KaTembe. O desenvolvimento da KaTembe numa perspectiva de sustentabilidade e de minimização de riscos implica a adopção de princípios de prevenção, precaução e protecção no que respeita à evolução natural, mas também induzida das arribas.

A definição de um modelo de ordenamento que considere a evolução do litoral em arriba deve ser suportada pelo aprofundamento do conhecimento das condições geológicas e da avaliação de risco, devendo simultaneamente estipular regras de uso e utilização do espaço que protejam estes relevos, evitem conflitos e contribuam para a eliminação e a minimização de factores potenciadores de instabilidade. Estes estudos de maior pormenor deverão incidir sobre questões como a influência da exportação de sedimentos a partir do Estuário do Espírito Santo para os processos erosivos do arco costeiro da KaTembe, a análise da relação entre eventos de recuo e factores climáticos (precipitação), a estimativa de taxas de recuo das arribas e o impacte das condições de drenagem a montante nas condições de estabilidade.

Face à sensibilidade da zona costeira, em geral, e do litoral em arriba, em particular, a definição de faixas de risco e de protecção à dinâmica e evolução destes relevos e que condicionem determinadas ocupações e transformações de uso do solo, para terra e para o mar, são fundamentais. O correcto ordenamento do espaço costeiro é essencial e o cumprimento de regras e restrições de construção e uso pode reduzir significativamente a instabilidade e, portanto, futuros riscos associados a movimentos de massa de vertente e de recuo da linha de costa. Neste âmbito as questões relacionadas com a drenagem



superficial assumem particular relevância, sendo essencial que se minimize a escorrência para a face das arribas, e que sempre que se pretenda construir em faixa de risco das arribas se avalie, através de estudos geológicos-geotécnicos, qual a influência na sua estabilidade e se definam as necessárias medidas de minimização de potenciais movimentos de massa de vertente.

Perante os enormes desafios associados a uma ocupação crescente, às novas funções do território e aos potenciais efeitos das alterações climáticas (incluindo a previsível subida do nível médio do mar e o incremento dos períodos e da magnitude das tempestades), a aposta na implementação de um programa de monitorização da evolução das arribas do litoral da KaTembe constitui um aspecto-chave para a gestão futura deste litoral dinâmico e em permanente evolução. O acompanhamento permanente das condições de evolução e estabilidade é determinante para a identificação atempada de eventuais sectores críticos, para além daqueles que foram identificados num primeiro reconhecimento geológico, e para a adopção de intervenções destinadas ao tratamento de situações de risco. A monitorização periódica é uma oportunidade de criar uma base de dados em actualização permanente, com a identificação espacial, temporal e a magnitude dos eventos de instabilidade que ocorram ao longo do tempo.

Complementarmente o desenvolvimento de campanhas de sensibilização e informação, acompanhadas de sinalização, contribuirá significativamente para valorizar e proteger as arribas, bem como para alertar os utilizadores do litoral em arriba para os perigos associados à evolução destes relevos costeiros e minimizar a sua exposição a eventos de elevado risco.

## 6. Conclusões

Embora a evolução natural das arribas do troço costeiro da KaTembe não seja marcada por situações de instabilidade de significativa dimensão, por se estar numa zona em que o dinamismo é uma constante e os cenários de desenvolvimento socioeconómico apontam para uma ocupação e transformação do solo substancialmente diferente daquela que é a realidade actual, importa garantir que o futuro modelo de ordenamento e o planeamento da região enquadra as questões relacionadas com o risco de instabilidade de vertentes.

A geração de planos de ordenamento da orla costeira que estão em curso em Moçambique e o planeamento urbano associado à expansão da área metropolitana de Maputo são uma oportunidade de integrar as questões relacionadas com a evolução do litoral em arriba e garantir a utilização sustentável da zona costeira, minimizando riscos e conflitos.

Neste âmbito o aprofundamento do conhecimento no que respeita à dinâmica de evolução destes relevos é essencial, quer para identificar sinais percursoros de potencial instabilidade e compreender os processos e mecanismos associados aos principais movimentos de massa de vertente, quer para estimar taxas de recuo futuras, quer ainda para adoptar medidas e intervenções necessárias à salvaguarda da segurança de pessoas e bens.

## 7. Referências

Beta. Plano Geral de Urbanização do Distrito Municipal da KaTembe. Relatório do Estudo de Impacto Ambiental e Estudo Especializado de Risco de Erosão e Instabilidade dos Terrenos. Conselho Municipal de Maputo e Empresa de Desenvolvimento de Maputo Sul E.P. 2013. 301 pp e 68 pp.

Hoguane, A. Perfil diagnóstico da zona costeira de Moçambique. Revista de Gestão Costeira Integrada, 7(1), 2007. 33-44.

Langa, J.V.Q. Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo. Revista de Gestão Costeira Integrada, 7(1), 2007. 69-82.



11<sup>o</sup> SILUSBA  
Zonas Costeiras 2013

11<sup>o</sup> Simposio de Ordenação e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa - VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

Marques, F. Sea Cliff Instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. Journal of Coastal Research. Special Issue 56. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Coastal Symposium. 2009. 856-860.

Saranga, I., Sênvano, A., Momade, F., Tomás Oliveira, J., Dias, R.P. Carta Geológica de Catembe, folha 2632 B1, à escala 1:250 000. Ministério dos Recursos Naturais da República de Moçambique. DNG - Direcção Nacional de Geologia. Notícia Explicativa. 2008. 19 pp.