



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

ANÁLISE DE RISCO NOS SISTEMAS COSTEIROS DA BAÍA DE MAPUTO (MOÇAMBIQUE)

Pedro Bettencourt Coutinho¹, Carlos César Jesus¹, Adélio Silva², Madalena Malhadas², Ângela Canas¹, Sara de Sousa¹

¹ Geólogo, Geólogo, Eng., Ambiente, Bióloga, NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar – Campus do IAPMEI, Edifício D – R/C, 1649-038 LISBOA – PORTUGAL, pedro.bettencourt@nemus.pt, cesar.jesus@nemus.pt, angela.canas@nemus.pt, sara.sousa@nemus.pt

² Eng. Civil, Física, HIDROMOD, Rua Rui Teles Palhinha, nº 4, 1º. 2740-278, Porto Salvo – PORTUGAL, adelio@hidromod.com, madalena@hidromod.com

Palavras-chave: Erosão Costeira, Cheias, Análise de Risco, Baía de Maputo, Estuário do Espírito Santo

Tema: Avaliação e gestão de risco nas orlas costeiras

Tipo de comunicação: Comunicação Oral

1. RESUMO

As duas cidades mais populosas de Moçambique, Maputo e Matola, compõem parte das margens da Baía de Maputo e do Estuário do Espírito Santo. Em adição, estima-se que estas mesmas cidades sofram um crescimento acentuado nas próximas décadas e que a zona de KaTembe, na margem Sul do estuário, irá sofrer um desenvolvimento muito significativo, em parte devido à construção de uma ponte que irá facilitar o contacto entre esta área e Maputo. A análise de risco ao nível biofísico surge assim como uma abordagem pertinente não só considerando as condições actuais mas principalmente as futuras, enquadradas no previsível crescimento económico e populacional da área e também nas consequências das, já em curso, alterações climáticas. Para este fim foram consideradas as vulnerabilidades na orla do estuário e da baía associadas à ecologia, a fenómenos de cheias, de erosão costeira e de instabilidade de vertentes. Para este fim foi necessário primeiro realizar uma análise dos processos intervenientes na hidrodinâmica e na dinâmica costeira destas massas de água. Um dos aspectos salientados neste trabalho é a interdependência entre os vários fenómenos decorrentes nos ambientes costeiros, nomeadamente a gestão das bacias hidrográficas e as consequências nas zonas costeiras; os problemas de qualidade de água e os seus efeitos sobre habitats importantes para a protecção costeiras, como as florestas de mangal; as políticas de ordenamento e gestão costeira e as suas implicações no equilíbrio das zonas costeiras.



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

2. INTRODUÇÃO

A Baía de Maputo é uma enseada pouco profunda mas que ocupa uma área considerável (40 km x 30 km) na zona sul de Moçambique. Se considerarmos a baía e a sua continuação pelo Estuário do Espírito Santo, esta massa de água faz fronteira com as duas cidades mais populosas de Moçambique, nomeadamente, Maputo e Matola. Actualmente, Moçambique já tem uma taxa de população urbana (31%) acima da média da África Oriental (23%), devendo chegar aos 36% em 2025 e 51% em 2050 (UN, 2012). Estima-se ainda que esta taxa deva crescer ainda mais em Maputo e na Matola (UN, 2012). Futuramente, as pressões sobre esta baía serão superiores não só pelo aumento populacional nas referidas cidades mas também devido à prevista expansão da capital moçambicana para a zona de KaTembe, na margem Sul do estuário, aproveitando a nova ponte do projecto rodoviário para o desenvolvimento de uma cidade de raiz. Este projecto está ainda em fase embrionária mas prevê que em 2040 a nova cidade acolha entre 400 e 800 mil pessoas.

Na Baía de Maputo verificam-se actualmente conflitos entre a ocupação/utilização cada vez maior e a necessidade de salvaguardar sistemas costeiros sensíveis e com significativa importância para um litoral em equilíbrio. A análise de risco ao nível biofísico surge assim como uma abordagem pertinente não só considerando as condições actuais mas principalmente as futuras, enquadradas no previsível crescimento económico e populacional da área e também nas consequências das, já em curso, alterações climáticas. Esta análise beneficia de uma perspectiva integrada entre vários processos interdependentes mas que habitualmente são tratados isoladamente.

3. ENQUADRAMENTO

O clima da zona onde estão incluídos o Estuário do Espírito Santo e a Baía de Maputo é, de acordo com a classificação de Köppen, tropical do tipo savana, caracterizando-se por uma temperatura média mensal igual ou superior a 18 °C em todo o ano, e por precipitação no mês menos chuvoso inferior a 60 mm. A precipitação concentra-se essencialmente nos meses de Novembro a Março (76% da precipitação média anual de 637 mm), com valor médio mensal máximo de 112 mm em Janeiro.

A Baía de Maputo é o destino final para 5 rios importantes. Os rios Maputo e Incomati drenam directamente para a baía, enquanto os rios Tembe, Matola e Umbelúzi drenam para a baía através do Estuário do Espírito Santo. No caso da baía, trata-se de uma enseada pouco profunda, onde as profundidades superiores a 5 m correspondem apenas a cerca de 35% da área da baía. Estas zonas correspondem essencialmente à zona Norte onde há ligação com o oceano, aos canais de maré e ao canal que liga ao Porto de Maputo. As zonas de baixa profundidade correspondem essencialmente a planícies intertidais, cristas e baixios. Na zona central sul da baía existe um grande baixio central com profundidades entre -1 e 0 m (ZH), que divide a baía em dois domínios morfológicos diferentes. Para Este (e SE) ocorrem cristas e baixios que se intercalam com canais de maré enquanto para Oeste (e NO) dominam formas de relevo mais suaves dominadas pela deposição contínua de sedimentos.

A área de estudo inclui os habitats terrestres que delimitam a Baía de Maputo e o Estuário do Espírito Santo. Consideram-se assim, na presente análise, os seguintes habitats: florestas de mangal; zonas húmidas costeiras (praias de vasa e lodo, sapais e leitos de ervas marinhas); salinas, estuários e lagoas costeiras; recifes de coral;



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

praias arenosas. As planícies intertidais, onde se incluem praias de vasas e sapais, ocorrem praticamente em todas as margens da baía, sendo, no entanto, mais desenvolvidas nas zonas adjacentes às embocaduras dos rios Maputo e Incomati e na zona Este da baía associadas à Península de Machangulo e à Ilha da Inhaca.

A zona costeira da margem SO da Baía de Maputo apresenta uma arriba (falésia) formada por arenitos e calcoareníticos a bordejar a praia entre a Ponta Maone e cerca de 1 km a SE da Ponta de Elisa (Figura 1), tornando-se progressivamente menos elevada em direcção a Sudeste. Existem também arribas na porção Oeste da Ilha da Inhaca que são na realidade antigas dunas fossilizadas e que atingem alturas superiores a 40 m.

Na Baía de Maputo as marés são do tipo semidiurno e apresentam neste local uma altura média de cerca de 3 m (Hoguane, 1996). Nas marés vivas a amplitude pode ser superior a 1,5 m e nas marés mortas inferior a 0,5 m (Lencart et al., 2010; Nhapulo, 2000). A circulação resultante no interior da baía é no sentido horário.

O clima de agitação na baía é certamente influenciado por ondas geradas ao largo e localmente dentro da própria baía.

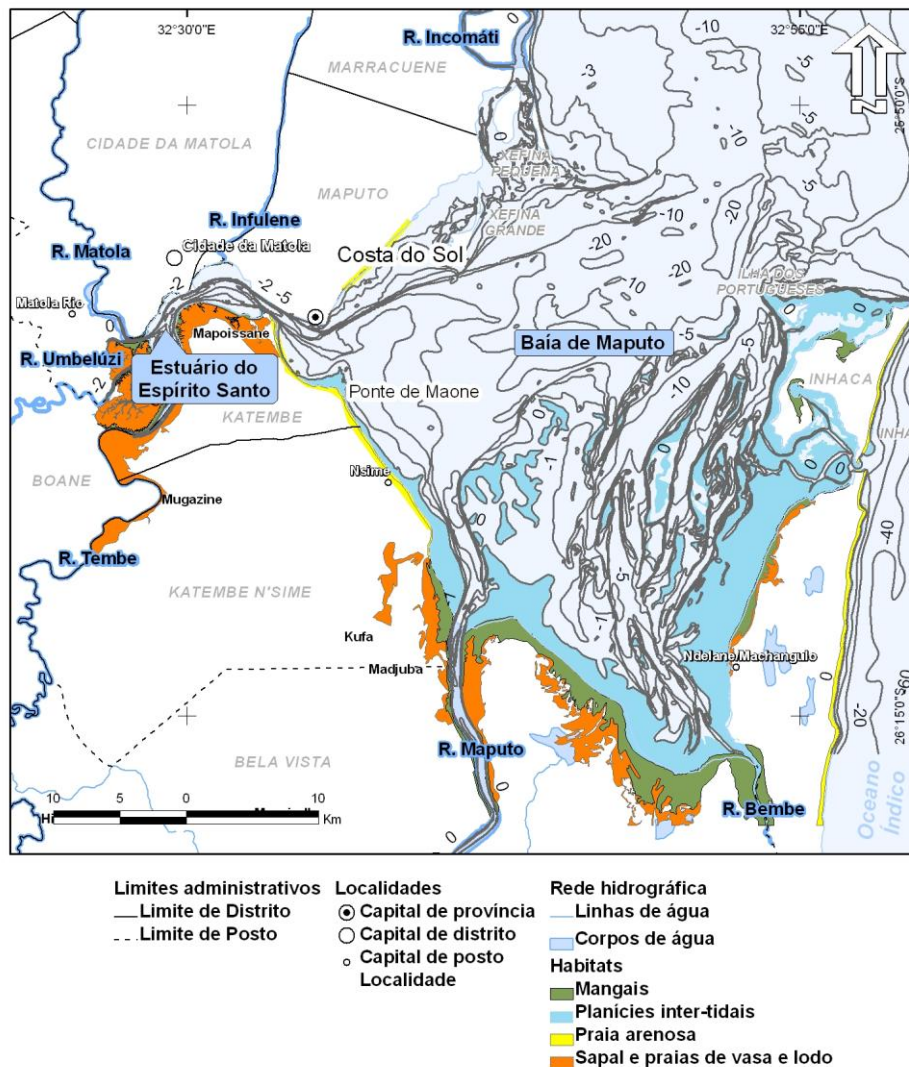


Figura 1 – Enquadramento geográfico do Estuário do Espírito Santo e Baía de Maputo

4. MÉTODOS

O presente estudo baseou-se na pesquisa de bibliografia específica que tratasse questões relacionadas com o ambiente biofísico da Baía de Maputo e do Estuário do Espírito Santo, tendo-se feito a interpretação e por vezes reinterpretação dos dados e uma análise integrada do manancial de informação angariada. Esta área carece de estudos que sintetizem a informação existente e acrescentem novo conhecimento relativamente àquilo que se conhece.

Entre a informação analisada e produzida, salientam-se:



- i) Níveis de maré obtidos pelo marégrafo da marinha portuguesa entre 1972 e 1975 e posterior (2000);
- ii) Levantamentos aerofotográficos realizados entre 1979 e 1996 e fotografias aéreas (2001 - 2011) mais recentes disponibilizadas pelo Google Earth;
- iii) Cartas batimétricas recentes (1972 e 2003) publicadas pelo Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação;
- iv) Informação de várias estações hidrométricas nas várias bacias hidrográficas analisadas;
- v) Modelo de propagação de agitação na Baía de Maputo e no Estuário do Espírito Santo;
- vi) Modelo hidrodinâmico e modelo de bacia hidrográfica.

5. PRINCIPAIS RESULTADOS E CONTRIBUTOS

5.1. Processos de dinâmica estuarina e costeira

Em termos hidrológicos e sedimentológicos, o Estuário do Espírito Santo é um estuário muito dinâmico, apesar de se tratar de um estuário relativamente pequeno (15 km de comprimento). Na verdade, esta dinâmica é atestada por vários factos, nomeadamente: i) ocorrência de períodos de cheias com regularidade e com aumentos consideráveis dos caudais (a título de exemplo, o Rio Umbeluzi apresenta um caudal médio de 17 m³/s e durante as cheias de Fevereiro de 2000 atingiu caudais de 6 000 m³/s); ii) existência de locais diferentes no estuário onde existem evidências de taxas de sedimentação e de erosão vertical da ordem dos vários centímetros por ano (entre 1972 e 2002/03); iii) taxas de recuo médio horizontais verificadas na margem direita do estuário próximas de 3 m/ano entre 1989 e 1996; iv) evidências de forte remistura encontradas na coluna sedimentar superficial do estuário (Achimo, 2002).

A evolução do estuário está muito dependente do regime hidrológico dos cursos de água que drenam para o mesmo, assim como do acarreo sedimentar transportado por estes, estando também dependente das alterações do nível do mar. O estabelecimento de condições em desequilíbrio ocorre essencialmente durante as cheias que ocorrem anualmente e que promovem a circulação de grandes quantidades de sedimentos seja dos rios para o estuário, seja deste para o exterior.

Na Baía de Maputo a intervenção de outros fenómenos na sua modelação e na sua evolução geomorfológica torna-se evidente, nomeadamente, a ondulação, as correntes de maré, a influência da batimetria dos fundos, entre outros. Por exemplo, a existência de baixios na baía promove a dissipação da energia da agitação proveniente do oceano ou gerada localmente, mesmo em situações de tempestade, mas também na definição da hidrodinâmica da baía, permitindo a existência de zonas com menor turbidez e índices de poluição mais baixos, promovendo o desenvolvimento e a manutenção de habitats específicos (e.g. as pradarias marinhas na porção Este da baía).



Para condições de agitação ao largo frequentes, as simulações efectuadas mostram que a altura significativa das ondas (H_s) que atingem a costa na zona de Maputo sofre uma redução significativa na propagação para o interior da Baía, onde se calcularam valores máximos da ordem de 0,50 m – 0,75 m na costa Este da Xefina Grande (para valores de 2,5 m ao largo), dependendo da direcção e do período (Figura 2).

Os resultados obtidos para a geração local de agitação mostram que as ondas geradas por ventos de Sul/Sudeste com uma intensidade de 4,5 m/s (16 km/h) podem atingir valores de altura significativa da ordem de 0,25 m a 0,40 m de altura no interior da baía (cf. Figura 2), tal como sugerido por Langa (2007). Naturalmente, durante episódios de tempestades tropicais e ciclones, os ventos atingem velocidades extremas levando a incrementos consideráveis na altura das ondas.

Apesar da agitação pouco vigorosa na baía, existem zonas costeiras fortemente afectadas por fenómenos erosivos, o que indica que estas áreas não se encontram actualmente em equilíbrio com o actual fornecimento de sedimentos por parte dos rios.

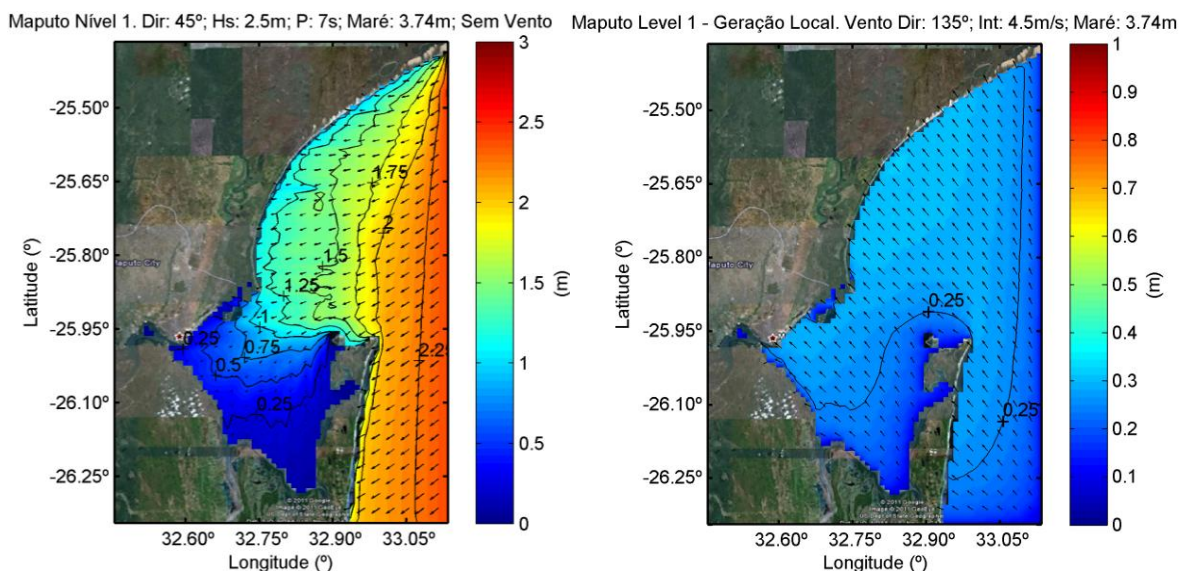


Figura 2 - Distribuição de alturas significativas na Baía de Maputo: a) para ondas provenientes de NE com $H_s = 2,5$ m e $T_p = 7$ s; b) para ondas geradas por ventos locais soprando de SE com uma intensidade de 4,5 m/s

5.2. Vulnerabilidades

Considerando os estudos de base e as consultas efectuadas sobre a hidrodinâmica e dinâmica costeira na zona costeira de Maputo e os estudos de modelação das situações de cheia no Estuário do Espírito Santo e Baía de Maputo, apresentam-se nesta secção os fenómenos identificados como principais riscos para pessoas e estruturas. São também identificadas as zonas vulneráveis para cada tipo de risco identificado como relevante.



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

5.2.1. Erosão costeira

Foram identificados fenómenos de erosão costeira tanto na Baía de Maputo como no Estuário do Espírito Santo, sendo estes predominantemente explicados por processos diferentes.

O estudo da evolução das zonas húmidas estuarinas da margem direita da zona interior do Estuário do Espírito Santo entre 1979 e 2010 permitiu constatar que a primeira linha de vegetação de mangal sofreu nalguns sectores recuos significativos (ordem da dezena de metros), e consequentemente a própria planície intertidal, especialmente entre 1989 e 1996. Este mesmo processo terá também sido responsável pela destruição de uma porção significativa do mangal existente nas margens do estuário. Embora não seja completamente claro que a justificação para este recuo tenham sido as cheias que ocorreram no início de 1996, sabe-se que as frequentes cheias que ocorrem neste estuário têm capacidade para provocar significativas alterações como esta.

Na margem direita do estuário externo, o estudo da evolução histórica da margem do arco litoral que se desenvolve entre a KaTembe e a Ponta de Maone (cf. Figura 1) não revela recuos da vegetação. Pelo contrário, existem zonas na metade Norte do arco onde parece ter ocorrido algum desenvolvimento da vegetação em zonas de sedimentos sobranceiros à praia, o que evidencia a estabilidade desta zona a longo prazo. As observações de campo revelam, no entanto, que a erosão está presente em certas zonas, como seja na Ponta de Maone, onde se observam escavamentos na base da arriba, blocos depositados na praia e sulcos escavados na arriba pela acção das águas de escorrência. A erosão associada às arribas da KaTembe será tratada com mais detalhe num outro artigo deste volume (Alcobia & Bettencourt, 2013).

Na Baía de Maputo a porção costeira onde os fenómenos erosivos são mais evidentes refere-se à porção entre a Ponta Vermelha e o Bairro dos Pescadores, zona que é predominantemente composta por obras longitudinais aderentes. Estas obras são apenas interrompidas nalgumas porções costeiras entre o Hotel Radisson e o Restaurante Costa do Sol, onde ocorrem sistemas de dunas degradados, com alturas máximas que oscilam entre 1 m e 4 m. Nestas zonas onde ainda prevalecem edifícios dunares degradados, considerando o intervalo de tempo entre 1979 e 2011, determinaram-se taxas de recuo médias entre 0 e 0,8 m/ano. As taxas de recuo mais elevadas encontradas neste estudo referem-se à face Este da Ilha da Xefina Grande, onde se atingiu recuos máximos de 40 m (± 7 m) entre 2004 e 2011.

5.2.2. Cheias

Na área de estudo, os fenómenos de cheias fluviais são essencialmente sentidos no Estuário do Espírito Santo, uma vez que na baía existe um efeito de dispersão que não permite verificar de forma significativa o aumento do nível da água na baía.

Mesmo no estuário, a existência de uma zona húmida marginal composta por mangais e sapais na margem Sul do estuário faz com que cheias fluviais de dimensão considerável, como aquelas com período de retorno de 50 anos, sejam amortecidas nesta porção do estuário. O mesmo não acontece em zonas mais a montante porque a



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

ocupação humana estende-se até zonas mais próximas dos rios/estuários e ocupam muitas vezes os leitos de cheia dos rios e também porque nestas zonas os efeitos das cheias fazem-se sentir de forma mais gravosa.

Os resultados indicam que os efeitos das cheias são mais gravosos no Estuário do Espírito Santo quando os fenómenos de cheia estão associadas aos caudais fluviais mas também aos efeitos adicionais da sobre-elevação meteorológica. A análise harmónica do registo do marégrafo de Maputo efectuada a propósito deste estudo permitiu identificar uma sobre-elevação de cerca de 0,5 m aquando da passagem do ciclone Eline (cheias de 2000). A simulação em modelo numérico que considera as cheias fluviais de 2000 em adição à referida sobre-elevação indica que as zonas húmidas adjacentes ao estuário são vulneráveis, com excepção da zona da Lagoa de KaTembe, zona protegida por um dique que, apesar da passagem hidráulica, constringe de forma eficaz a passagem para o interior da lagoa. Salienta-se, no entanto, que esta modelação não incluiu os efeitos da chuva local.

5.2.3. Aspectos ecológicos

No contexto da dinâmica estuarina e costeira destacam-se as florestas de mangal pela sua importância como áreas estabilizadoras da costa. Destaca-se também a redução da área ocupada por este habitat em Maputo (422 ha para 41 ha) e Costa do Sol (205 ha para 31 ha) em percentagens superiores a 85%. Na KaTembe e Xefina Grande é também assinalável a diminuição da área coberta por mangal em cerca de 50%, em apenas 31 anos (De Boer, 2002).

No mesmo contexto, destacam-se também os recifes de coral pela protecção que conferem ao litoral. A posição da generalidade dos recifes (em faixas paralelas à costa) confere-lhes uma importância fulcral na dinâmica costeira, já que contribuem para a dissipação da energia das ondas e das correntes, protegendo assim a linha de costa dos fenómenos meteorológicos extremos que contribuem para a erosão do litoral. Uma das principais ameaças actuais aos recifes de coral é a sobre-pesca de espécies essencialmente piscícolas com consequente perturbação dos organismos sésseis.

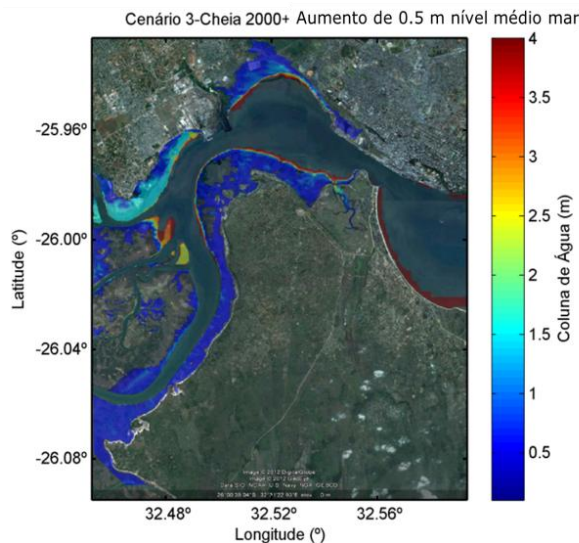


Figura 3 - Coluna de água (referida ao zero hidrográfico) prevista pelo modelo MOHID no Estuário do Espírito Santo para os cenários que considera as cheias fluviais de 2000 e um aumento de 0.5 m devido à sobre-elevação meteorológica. O valor da coluna de água representa o máximo verificado no período de simulação de 7 a 9 de Fevereiro de 2002.

6. DISCUSSÃO

6.1. Estuário do Espírito Santo

O desenvolvimento das zonas húmidas está relacionado com a promoção indirecta, por parte das cheias, para o desenvolvimento dos cursos de maré existentes na zona húmida através da destruição do mangal, permitindo temporariamente que uma maior quantidade de água penetre nas zonas húmidas, o que leva ao alargamento dos canais de maré. O desenvolvimento destes cursos de maré traduz-se numa maior estabilidade da zona húmida em geral, pela promoção de novos locais para o desenvolvimento do mangal e porque permite uma maior eficiência no transporte de matéria particulada para o estuário (Perillo et al., 2009). Por outro lado, as cheias e as elevações temporárias do nível do mar permitem também a criação de zonas supratidais. Normalmente estas zonas são criadas durante eventos que permitem que grandes quantidades de sedimentos sejam transportados e depositados em zonas mais altas das zonas húmidas que estão fora da influência dos níveis de maré mais comuns (Perillo et al., 2009). A título de exemplo, na margem direita do estuário e na zona do delta dos rios desenvolve-se uma extensa zona húmida acima dos 4,0 m (ZH), apenas penetrada regularmente pela maré através dos canais de maré.

As cheias fluviais são também importantes porque permitem a exportação de sedimentos arenosos para o exterior do estuário. Esta importância reflecte-se de forma directa no Estuário do Espírito Santo porque permite restabelecer o equilíbrio sedimentar e manutenção das cotas dos fundos, ao mesmo tempo que permite a exportação de contaminantes e de matéria orgânica refractária (com menor valor nutricional) existentes nos sedimentos de fundo.



Sob este ponto de vista, esta exportação não será necessariamente positiva para o sistema receptor (Baía de Maputo), no entanto, sendo um sistema de maiores dimensões e com ligação ao oceano, considera-se que os efeitos de diluição são significativos. Por outro lado, a exportação de sedimentos para a baía é importante para a alimentação da deriva litoral, especialmente nas praias a Norte, entre a Ponta Vermelha e o Bairro dos Pescadores. Apesar da existência de períodos recorrentes de cheias no Estuário do Espírito Santo, actualmente o canal de acesso ao Porto de Maputo, mantido através de processos de dragagem, funciona como uma armadilha para os sedimentos que deixam o estuário.

6.2. Baía de Maputo

Nalguns estudos a subida do nível médio do mar, devido às alterações climáticas, é referida como a responsável maior para os fenómenos erosivos em Maputo. No entanto, embora esta causa seja de extrema importância actualmente e com perspectivas de se tornar cada vez mais significativa, a análise da evolução costeira de Maputo revela que as causas para os referidos fenómenos erosivos, muito provavelmente, serão mais complexas do que apenas o resultado da subida do nível do mar. Note-se que existem zonas costeiras da baía (e.g. KaTembe, restinga da Macaneta), expostas a diferentes níveis de energia, onde os efeitos erosivos parecem ser significativamente menores (se não mesmo inexistentes) relativamente àqueles verificados em Maputo.

As causas para os fenómenos erosivos da costa de Maputo podem ser resumidos em três pontos essenciais:

- Redução acentuada do acarreo sedimentar
- Política de ordenamento do território na zona costeira
- Subida do nível médio do mar

Efectivamente ao longo dos últimos 50 anos houve uma tendência crescente para a construção de barragens nas bacias hidrográficas, especialmente naquelas de maiores dimensões (Incomati, Maputo e Umbéluzi). Esta redução de sedimentos, nomeadamente no Rio Incomati terá potenciado a ocorrência de alterações (que já estavam em curso) na embocadura do rio, nomeadamente na zona onde actualmente se localizam as xefinas (Grande e Pequena). Estas alterações terão tido, por sua vez, profundas implicações na dinâmica costeira do local. Por outro lado, a manutenção do canal de acesso ao Porto de Maputo dificulta a passagem dos sedimentos provenientes dos rios Maputo, e do estuário do Espírito Santo para a Costa do Sol (Figura 1). Segundo Langa (2007) as operações de manutenção do canal removem um volume de dragados na ordem dos 1 200 000 m³/ano.

7. CONCLUSÃO

Numa primeira fase, a análise de vulnerabilidades na baía de Maputo incluiu uma caracterização da situação actual no que se refere às componentes biofísicas (clima, hidrologia, oceanografia, geologia) e simulações em modelo matemático dos principais processos intervenientes na hidrologia das bacias hidrográficas envolventes e na hidrodinâmica do estuário e da baía. Estas análises permitiram compreender o comportamento hidrodinâmico e a dinâmica costeira das diferentes áreas da baía, e as relações entre os domínios marinho e terrestre.



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

Posteriormente definiram-se áreas de vulnerabilidade na orla do estuário e da baía associadas a fenómenos de cheias, de erosão costeira, de instabilidade de vertentes (cf. Alcobia & Bettencourt, 2013 – neste volume) e uma análise ecológica numa lógica de interdependência, em que os aspectos ecológicos influenciam a dinâmica costeira e são por sua vez, influenciados por ela.

Desta abordagem interdisciplinar destacam-se, a título de exemplo, dois aspectos identificados na dinâmica costeira da baía que condicionam o seu funcionamento e alguns dos riscos analisados:

- A importância dos baixios existentes na baía para a dissipação da energia da agitação proveniente do oceano ou gerada localmente, mesmo em situações de tempestade, mas também na definição da hidrodinâmica da baía permitindo a existência de zonas com menor turbidez e índices de poluição mais baixos, e promovendo o desenvolvimento de habitats específicos;
- A importância das cheias fluviais, neste sistema em particular, pela promoção do desenvolvimento das zonas húmidas estuarinas e, por outro, pela sua acção de exportação de sedimentos para o exterior do estuário. Relativamente a esta última importa salientar que esta exportação implica a redução dos níveis de contaminação no estuário e a alimentação sedimentar para algumas praias da baía que actualmente sofrem erosão pela falta de sedimentos.

No que diz respeito à análise de vulnerabilidades, salientam-se, a título de exemplo, algumas das conclusões mais gerais da análise de vulnerabilidades às cheias, ao aumento do nível do mar e à erosão costeira:

- No Estuário do Espírito Santo a influência das sobrelevações do nível do mar parece ser maior que a dos caudais fluviais de cheia. Portanto, as cheias mais preocupantes são as associadas a depressões atmosféricas. Neste contexto, perspectiva-se que as alterações climáticas, por tendencialmente levarem à subida do nível do mar e à intensificação de tempestades, possam tornar mais vulneráveis as zonas costeiras do estuário e baía.
- A porção costeira da baía onde se verificam os problemas de erosão mais graves corresponde à porção entre a Ponta Vermelha e o Bairro dos Pescadores (Costa do Sol). A drástica redução de aporte sedimentar por parte do Rio Incomati para esta zona e a manutenção do canal que dá acesso ao Porto de Maputo parecem ser um dos principais responsáveis pela falta de sedimentos nesta área. No entanto, outros processos parecem também agravar esta situação, nomeadamente a subida do nível do mar, a destruição dos maciços dunares e a degradação das florestas de mangal. Estes dois últimos aspectos parecem aliás extremamente importantes nalguns sectores. Note-se que as zonas costeiras apresentam como características intrínsecas a sua inconstância e portanto estas mesmas características deveriam ser tidas em conta nas políticas de ordenamento do território mas na realidade na zona costeira de Maputo a ocupação foi feita de forma rápida e descontrolada, especialmente ao longo do século XX.
- A orla costeira do estuário e da baía encontra-se em parte protegida do efeito erosivo e agressivo do mar por comunidades biológicas costeiras, especialmente as florestas de mangal e as zonas húmidas. A viabilidade destas comunidades encontra-se actualmente ameaçada pela actividade humana, destacando-se entre os principais factores de ameaça a poluição da água por fontes diversas, que provocam importantes alterações no equilíbrio físico-químico e ecológico no habitat destas comunidades.



11º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

8. REFERÊNCIAS

- Achimo, M.. *Sediment and geochemistry of the recent sediments in Maputo Bay, Mozambique*. PhD Thesis N°314, Stockholm University, 2002.
- Alcobia, S. & Bettencourt, P. *O litoral em arribas da KaTembe (Sul de Maputo, Moçambique) – erosão, estabilidade e desafio para o planeamento e gestão*. Comunicações do VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras. (este volume), 2013.
- De Boer, W.F. *The rise and fall of the mangrove forests in Maputo Bay, Mozambique*. Wetlands Ecology and Management, 10, 313–322, 2002.
- Hoguane, A.M. *Hydrodynamics, temperature and salinity in mangrove swamps in Mozambique*. PhD Thesis, University of Wales, Bangor, UK, 1996.
- Langa, J.V.Q. *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo*. Revista de Gestão Costeira Integrada, 7(1), 33-44, 2007.
- Lencart e Silva J.D., Simpson J.H., Huguane A.M., Harcourt-Baldwin J-L. *Buoyancy-stirring interactions in a subtropical embayment: A synthesis of measurements and model simulations in Maputo Bay*. African Journal of Marine Science. 32, 1, 97-107., 2010.
- Nhapulo, C.I.S. *Correntes de marés e circulação geral na Baía de Maputo*. Trabalho de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Pp. 50., 2000.
- Perillo, G.; Wolanski, E.; Cahoon, D.; Brinson, M. *Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach*. Elsevier. 941p., 2009.