



AS INTERVENÇÕES DE DEFESA COSTEIRA NA COSTA DA CAPARICA

F. Veloso Gomes ⁽¹⁾, F. Taveira Pinto ⁽²⁾, J. Pais-Barbosa ⁽³⁾,
J. Costa ⁽⁴⁾ & A. Rodrigues ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professor Catedrático, ⁽²⁾ Professor Associado, ⁽³⁾ Doutor, FEUP/FCUP,
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto
vgomes@fe.up.pt, fpinto@fe.up.pt, jlpb@fe.up.pt

⁽⁴⁾ Instituto da Água, Ministério do Ambiente
Av. Almirante Gago Coutinho, n.º 30, 1049-066 Lisboa
joacosta@inag.pt, rodrigues@inag.pt

Resumo

Após o ano de 2000 e em particular no Inverno de 2006/2007 a região entre a Cova do Vapor e a Costa da Caparica foi seriamente atingida pela acção do mar, com perdas sedimentares preocupantes, em particular na praia de S. João, onde as dunas foram gravemente afectadas e os parques de campismo quase foram inundados pelo mar. Alguns factos foram dramatizados, por vezes de forma especulativa, não contribuindo para uma análise serena dos acontecimentos. Este trabalho tem como objectivo apresentar os acontecimentos críticos ocorridos no Inverno de 2006/2007, o tratamento jornalístico aos acontecimentos, as três empreitadas de alimentação artificial num total de 1 500 000 m³ de areia e considerações sobre monitorização antes e após a realização das empreitadas de alimentação artificial.

1. ANTECEDENTES

Na problemática na zona da Costa da Caparica/Cova do Vapor destaca-se a migração da restinga no sentido de terra (3 km de recuo total) durante o Século XX e o seu desaparecimento. A frente urbana ficou exposta às acções directas do mar, em especial durante a ocorrência de tempestades.

Foram executadas, desde 1959, estruturas de defesa para a protecção da frente urbana. As elevadas pressões urbanísticas e turísticas tiveram como consequência o aumento das dificuldades e da complexidade da gestão desta zona costeira. Mais recentemente a praia de S. João foi seriamente afectada com a perda de areal.

No Estudo Prévio (FEUP/IHRH, 2000) que antecedeu o Projecto Base (2001) das intervenções na Costa da Caparica, haviam sido apresentados e discutidos dez cenários alternativos de intervenção.

Reconheceu-se que não havia condições nem alternativas técnicas fiáveis para remover integralmente os esporões existentes, mesmo que se procedesse a uma alimentação artificial das praias com areias.

Os processos hidromorfológicos presentes poderiam originar um rápido desaparecimento das areias alimentadas artificialmente e um avanço do mar sobre as frentes urbanas com consequências catastróficas. A manutenção da estrutura longitudinal aderente foi considerada indispensável, por razões de segurança, em relação às acções directas do mar, em toda a frente urbana.

Por razões de segurança considerou-se também indispensável uma intervenção geral de reperfilamento das estruturas de defesa, a realização complementar da alimentação artificial das praias e o arranjo integrado da envolvente. O controlo da expansão urbana para Sul e a



protecção das dunas são medidas indispensáveis para que não ocorram novas situações de risco.



Figura 1. Esporões e obra aderente da frente urbana da Costa da Caparica após a Empreitada de reperfilamento (Junho de 2006).

As intervenções previstas, baseadas na opção número 4 (FEUP/IHRH, 2000, 2001, 2003), uma das dez opções equacionadas, consideraram as três seguintes Fases:

Primeira Fase:

- Reperfilamento dos esporões existentes (Figura 1), com o aumento do comprimento dos que passarão a ter um papel estruturante e reduzindo o comprimento dos que poderão vir a ser, a médio prazo, eliminados (Empreitada entre Outubro de 2004/Maio de 2005 e Outubro de 2005 / Maio de 2006);
- Reperfilamento da obra aderente existente na frente urbana (Figura 2, Empreitada executada em 2005).

O custo desta Primeira Fase foi de 8 200 000 € e o prazo de execução de 20 meses. O valor de adjudicação da Empreitada e o prazo não foram excedidos.

Segunda Fase:

- Alimentação artificial das praias e dunas, utilizando dois milhões de m³ de areia (enchimento de perfil e berma próxima da costa). O montante da alimentação foi actualizado para três milhões de m³ face ao agravamento detectado através da monitorização hidrográfica. As manchas de empréstimo teriam origem off-shore, já caracterizadas pelo Instituto Hidrográfico para este efeito, ou preferencialmente em manchas de dragagens da Administração do Porto de Lisboa no canal de navegação de acesso ao porto de Lisboa;
- Reabilitação de frente marítima (Programa Polis, aprovado em 2005/2006 e em fase final de conclusão);



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009



Figura 2. Operação de reperfilamento da obra aderente existente na frente urbana.

- Reabilitação e protecção de dunas onde não existem obras de defesa aderentes devido a razões de segurança e razões de protecção natural;
- Controlo do desenvolvimento urbano na zona costeira a sul da Costa de Caparica (Plano de Gestão Costeira – POOC, aprovado em 2003 pelo Governo após discussão pública) por razões de segurança e de protecção natural;
- Retirada do aglomerado da Cova do Vapor (POOC aprovado em 2003 pelo Governo após discussão pública) por razões de segurança e paisagísticas.

Terceira Fase:

- Após um período mínimo de cinco anos de monitorização, considerar a possibilidade de remoção de três esporões pequenos e a extensão dos restantes;
- Equacionar novas operações de alimentação artificial das praias e reajustar as estruturas de defesa (“prolongamento” rectilíneo, oblíquo ou em T dos esporões estruturantes ou em quebramar destacado);
- A Primeira Fase foi concluída com sucesso, entre Outubro de 2004 e Maio de 2006, sem assinaláveis conflitos com as partes interessadas e sem acidentes. Nas primeiras Jornadas foram apresentados elementos técnicos sobre esta intervenção. Na presente comunicação são apresentadas e discutidas novas temáticas.

2. INTERVENÇÕES DE EMERGÊNCIA NA PRAIA DE S. JOÃO NO INVERNO DE 2006/2007

Durante o Inverno de 2006/2007 foram efectuadas várias intervenções de emergência na praia de S. João (Figura 3), entre a frente urbana da Costa da Caparica e a Cova do Vapor. Desde que foi elaborado o levantamento hidrográfico do Instituto Hidrográfico (Setembro 2001), que sustentou o Projecto Base das obras de intervenção, decorreram cinco anos. Nesses cinco Invernos continuou a verificar-se uma perda de areal na zona da Costa da Caparica/Cova do Vapor. Essa perda assumiu proporções muito preocupantes, particularmente na praia de S. João, onde as dunas foram seriamente afectadas e os parques de Campismo ficaram a poucos metros de serem inundados pelo mar. Curiosamente, a praia de S. João (entre a Costa da Caparica e a Cova do Vapor) tinha-se mantido estável durante cerca de 30 anos e até à data do levantamento, de tal forma que nunca foram construídos os esporões previstos para essa praia. Na altura da execução do Projecto Base (Dezembro de 2001) não existia a obra longitudinal aderente, a norte do esporão norte da Costa da Caparica. Essa obra foi executada de uma forma muito precária (basculamento de enrocamento, sem vala de fundação) em situação de emergência (Abril e Maio de 2003), quando ocorreram graves problemas de erosão e destruição significativa da duna na praia de S. João, depois de cerca de 30 anos de relativa estabilidade. Na altura, com o acentuado emagrecimento da praia e da duna, detectou-se a existência de ruínas de uma obra aderente que já teria sido construída pelo exército há várias dezenas de anos (com cerca de 430 m de comprimento), a qual



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

permaneceu coberta com areia e que não figura em nenhum dos levantamentos cartográficos disponíveis.

A intervenção de emergência, com a construção de uma obra de enrocamento e ripagens de areia, justificou-se porque esteve eminente a rotura do que restou do cordão dunar (por 2 ou 3 m). Se esta rotura tivesse ocorrido em 2003, os parques de campismo (onde existem utentes residentes) teriam sido atingidos com consequências que poderiam ser muito graves para as suas vidas e bens.



Figura 3. Praia de S. João e parques de campismo em Junho de 2006, entre o esporão Norte da Costa da Caparica (EC7) e o esporão Sul da Cova do Vapor (EV1).

Considerando que no âmbito do Programa Polis estava prevista a manutenção dos parques de Campismo no local (ainda que com uma pequena retirada, de forma a constituir uma faixa de salvaguarda junto ao que resta da duna) tornava-se necessário proceder ao reperfilamento da obra (extensão 430 m) com o perfil tipo adoptado no Projecto da obra longitudinal aderente na Costa da Caparica. Esta intervenção, projectada em Junho de 2005, só se veio a concretizar depois de um dos parques ter sido parcialmente inundado pela agitação do mar em consequência da rotura da obra de defesa precária que aí existia. Foram também realizadas intervenções de emergência (Figura 4) ao longo de toda a praia de S. João (Dezembro de 2006 e nos primeiros meses de 2007), consistindo numa ripagem de areias, para reajuste do perfil de praia e reforço do que restava do cordão dunar. Este reperfilamento foi efectuado acima da cota +1.0 ao ZH, deslocando de baixo para cima uma espessura de areia da camada superficial da praia de pequena espessura (não superior a 0.5m), de forma a não prejudicar a própria praia que desempenha um papel de defesa natural e de valia balnear. Foi realizado sem afectar o que ainda restava das dunas, quer em termos de morfologia, quer em termos de vegetação. As intervenções estiveram associadas às consequências dos temporais então registados (Figura 5).



Figura 4. Situações críticas na praia de S. João e dique artificial de areia.

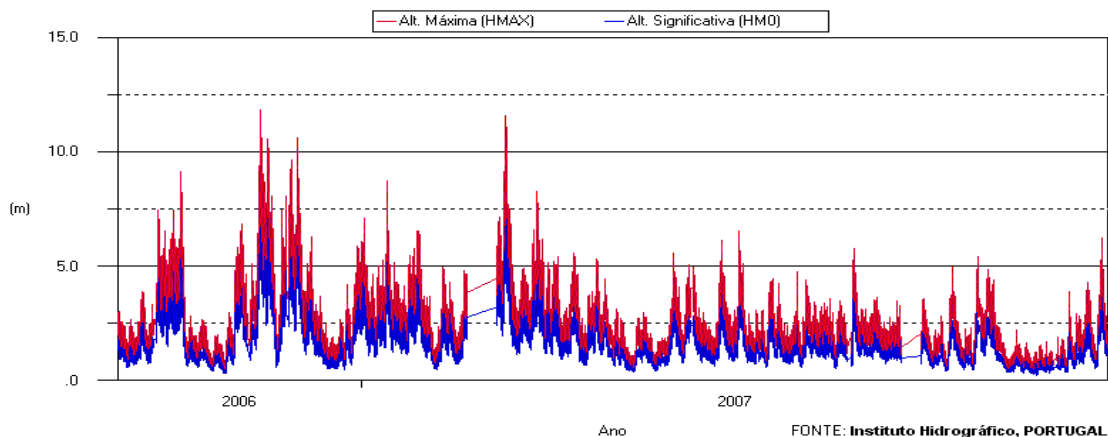


Figura 5. Agitação registada no ondógrafo de Sines, de 3 de Outubro de 2006 a 3 de Outubro de 2007, incluindo os temporais que originaram as intervenções de emergência.

3. OS ACONTECIMENTOS E A COMUNICAÇÃO SOCIAL

A comunicação social deu uma relevância inusitada aos acontecimentos do Inverno de 2006/2007, não proporcionando uma análise serena dos acontecimentos. Títulos como “Os números da tragédia” publicados pela imprensa referem-se a acontecimentos em que não se registaram mortes, nem feridos e em que os estragos em tendas de um “parque” de campismo situado em Domínio Público Marítimo foram de pequena monta e não deram lugar a um pedido formal de indemnização ao contrário do que havia sido por diversas vezes publicamente anunciado (Figuras 6 e 7).



Figura 6. Um dos parques de campismo na praia de S. João em Junho de 2006 protegido pela referida obra de defesa aderente precária, reperfilada em 2007. Ao fundo a arriba fósil. Para quando a desocupação de uma faixa de segurança?

De entre vários aspectos jornalisticamente abordados passam-se a apresentar três questões que contribuíram para o empoamento e distorção dos acontecimentos:



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

- A não comparação dos acontecimentos com as situações de elevada vulnerabilidade e de risco que existem em diversos troços da costa portuguesa com frentes edificadas;
- As entrevistas com carácter mais técnico e pouco especulativas, não foram, na maioria dos casos, transmitidas;
- Foram apresentadas na comunicação social, em directo, diversas soluções “técnicas” para resolver os problemas, sem qualquer sustentação técnica ou discussão: “algas artificiais”, prolongamento de dois esporões para fazer um “portinho”, rebaixamento dos níveis freáticos na praia, recuo generalizado numa faixa de 50 m de largura e “fecho da Golada”;

O “fecho da Golada” foi no passado encarado em estudos elaborados para a Administração do Porto de Lisboa, o que na altura suscitou uma grande polémica, mas com motivações principais associáveis à expansão portuária. Sobre tal solução, existem reservas por parte de alguns das empresas consultoras, nomeadamente dos que elaboraram os estudos em 2001 para a APL e o POOC Sintra/Sado. Este POOC, em vigor, não prevê esta intervenção.

O “fecho da Golada”, ao reter o trânsito sedimentar de Sul para Norte, em frente à Costa da Caparica, beneficiaria a estabilidade fisiográfica desta zona. No entanto o potencial impacto positivo em relação à defesa da frente urbana da Costa da Caparica demoraria vários anos a manifestar-se e não eliminaria as estruturas de defesa costeira.

O “fecho da Golada” tem, no entanto, muitas outras implicações (fisiográficas, navegabilidade e estabilidade do canal, constituição de aterros, infra-estruturas portuárias, acessibilidades terrestres, impactes ambientais, estabilidade da obra, custos) que ultrapassam o âmbito desta apresentação. É um tema em aberto.



Figura 7. Praia de S. João e cidade da Costa da Caparica, vista de Norte para Sul. Fotografia de Junho de 2006, antes da alimentação artificial das praias e do reperfilamento da estrutura aderente junto dos parques de campismo. Local onde ocorreu o galgamento que inundou algumas tendas do parque de campismo. A frente urbana está actualmente em posição “avançada” em relação à configuração da linha de costa da extensa baía que se desenvolve desde a Cova do Vapor até ao cabo Espichel, o que é antinatura.



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

As intervenções de emergência foram a resposta possível (em termos jurídicos e financeiros) a acontecimentos singulares que ocorreram e que tiveram consequências locais porque o sistema começou a entrar em rotura pela contínua perda de areia, face aos sucessivos adiamentos da implementação das soluções preconizadas, nomeadamente da alimentação artificial das praias com areias.

4. ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL COM AREIAS

Entre 19 de Julho e 1 de Setembro de 2007 (vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana) concretizou-se uma Empreitada de alimentação artificial de areias, entre o esporão EC3 da Costa da Caparica e o esporão EV1 da Cova do Vapor, com um volume total de 500 000 m³.

A Empreitada teve um custo de cerca de 2 900 000 €, com encargos repartidos entre a Administração do Porto de Lisboa S.A. e a Sociedade Costa Polis S.A., sendo o INAG a entidade gestora.

A alimentação foi realizada com duas dragas dinamarquesas de sucção e arrasto. Após o enchimento dos porões na zona de empréstimo (canal de navegação de acesso ao porto de Lisboa no estuário do Tejo) as dragas deslocavam-se até uma distância conveniente da zona da praia a encher (onde se encontrava uma bóia e ligações de acoplamento) e efectuavam a repulsão de uma emulsão areia e água do mar através de uma tubagem para a praia (D=600 mm, cerca de 700 m de comprimento, pousada no fundo marinho).

Na zona da praia foi efectuado o espalhamento e nivelamento das areias bombadas, com equipamento mecânico terrestre (Figuras 8 e 9). As operações decorreram de Sul para Norte. A duração de um ciclo completo de dragagem (dragagem no canal de navegação, navegação até à bóia junto da praia, operações de acoplamento da tubagem e repulsão das areias para a praia e desacoplamento, viagem de retorno) tinha a duração aproximada de 4 h (para cada uma das dragas).



Figura 8. Operação em curso de repulsão de areias para a praia.



Figura 9. Operações em curso (finais de Agosto 2007) de alimentação artificial com areias, na praia de S. João (troço Norte, junto aos esporões da Cova do Vapor).

Foram fornecidos os rendimentos diários (número de carregamentos diários e correspondentes volumes), que possibilitaram o controlo dos volumes colocados e o ajuste dos perfis da praia face aos perfis reais dos fundos imediatamente antes da alimentação. A bombagem realizava-se com areia emulsionada com uma proporção aproximada de 30% de areia e 70% de água do mar. Nos locais de descarga ao longo da praia não foram detectados sinais de peixes e de outros seres vivos na descarga de areias emulsionadas com água, indicador de que na zona de dragagem no canal de navegação não estaria a ser afectada a vida marinha de uma forma significativa.

As areias depositadas na praia estavam limpas e tinham granulometrias médias e finas. Muito ocasionalmente uma pequena fracção de algumas das descargas tinham areias muito finas e de aspecto mais escuro.

Foi analisada a questão do empolamento a considerar para avaliar os volumes efectivamente colocados na praia face aos volumes medidos nos porões das dragas.

O coeficiente de empolamento varia entre 1.1 e 1.2 (factor de minoração a aplicar nos volumes de porão das areias fluidificadas para obter os valores de areias depositados na praia).

Face às características granulométricas das areias (médias finas e finas) o valor adoptado foi de 1.2.

O volume de areias efectivamente colocado na praia foi também quantificado comparando os levantamentos topo--hidrográficos realizados imediatamente antes e após as operações de alimentação. As duas metodologias de medição conduziram a valores concordantes.

O INAG publicitou, através da comunicação social, cartazes e distribuiu entre a população panfletos ilustrados (“Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica e de S. João da Caparica”) com a indicação dos objectivos da intervenção, das características globais do projecto, das medidas de segurança e da programação com as datas previsíveis de afectação e interdição das praias.

Os numerosos banhistas presentes durante estas operações manifestaram uma grande curiosidade. Em algumas ocasiões não eram respeitadas as delimitações na zona de operação



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

e os banhistas aproximavam-se excessivamente do local de trabalho onde se repulsavam as areias e onde havia movimento de máquinas terrestres.

A Empreitada concretizou-se sem incidentes nem acidentes, não ultrapassou os custos previstos e terminou quinze dias antes do prazo contratual.

A Empreitada beneficiou da grande experiência internacional do Empreiteiro dinamarquês e do acompanhamento realizado pelo INAG.

Realizaram-se reuniões de trabalho com os representantes das numerosas entidades que integram a Comissão de Acompanhamento das intervenções na Costa da Caparica. Nessas reuniões chamou-se a atenção para a necessidade de uma particular vigilância nas praias, com nadadores salvadores, já que se criam correntes de retorno em novas posições e novos perfis nas zonas submersas que os banhistas e os próprios nadadores-salvadores podem não conhecer.

Depois da actuação de meios terrestres de reperfilamento inicial, cabe às acções do mar a remobilização das areias de forma a reconfigurar o areal segundo perfis que variarão no tempo com as marés, com a agitação e com a movimentação de sedimentos (Figuras 10, 11 e 12). A referida reconfiguração por acção do mar evoluirá ao longo do tempo, sendo previsível, a exemplo do que tem sucedido nos últimos anos, uma progressiva perda de areal. Era esperado que a médio/longo termo os efeitos positivos só possam ser atingidos se novas alimentações artificiais forem realizadas.

Nos Verões de 2008 e 2009 realizaram-se a segunda e a terceira Empreitadas de alimentação artificial das praias da Costa da Caparica, com encargos repartidos entre o INAG e o Porto de Lisboa S.A., sendo o INAG a entidade gestora. Cada uma das Empreitadas envolveu 1 000 000 de m³ de areia repulsadas para a praia provenientes do canal de navegação.

A extensão da zona de intervenção foi alargada já que se iniciou a Sul do esporão EC1 (Praia da Saúde / Nova Praia) e desenrolou-se até ao esporão EV1 da Cova do Vapor.

As considerações técnicas anteriormente indicadas relativas à primeira Empreitada são aplicáveis. No entanto foram atingidos rendimentos diários superiores porque estiveram a operar três dragas em lugar de duas.



Figura 10. Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) antes da alimentação artificial.



Figura 11. Frente urbana da Costa da Caparica e praia de S. João (em último plano) após a primeira alimentação artificial com areias.

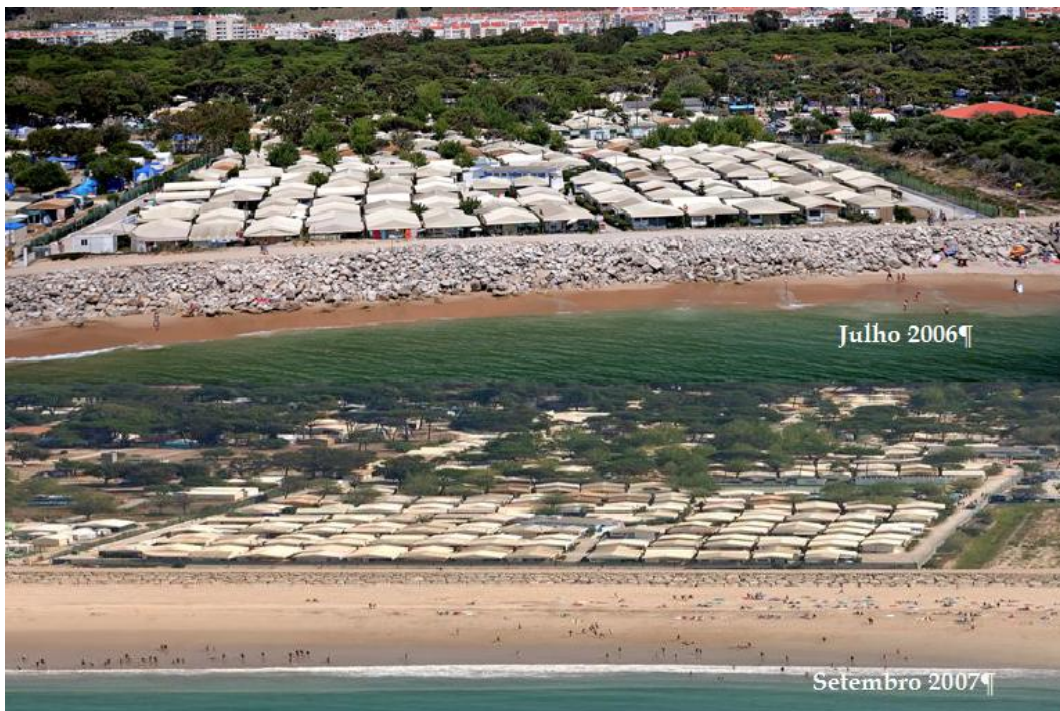


Figura 12. Situação na zona do parque de campismo, antes e após as intervenções (reperfilamento da obra aderente e alimentação artificial com areia).



5. MONITORIZAÇÃO

Quando o regime de agitação é mais severo e as praias estão "expostas", as areias depositadas artificialmente podem novamente ser removidas pelo mar (em percentagens muito variáveis do volume depositado) e os resultados poderão ser menos duradouros.

Em praias expostas a estados de agitação com grande variabilidade de ano para ano os resultados das intervenções de alimentação artificial de praias com areias são bastante vulneráveis:

- a acontecimentos extremos (tempestades muito violentas, de difícil previsão, nomeadamente quando associadas a marés vivas, sequências de tempestades);
- a acontecimentos persistentes (tempestades de grande duração, de difícil previsão);
- a grandes movimentações tridimensionais, com componentes transversais e longitudinais, dos fundos arenosos, de difícil previsão e quantificação pela variabilidade e interacção dos fenómenos hidrodinâmicos com as fronteiras sólidas naturais e artificiais;
- à granulometria das areias (a uma maior granulometria corresponde uma maior estabilidade mas perfis de praia mais íngremes e menos favoráveis para a prática balnear). A granulometria está dependente das fontes sedimentares disponíveis;
- aos volumes de areias a colocar (dependentes de disponibilidades nas fontes e de recursos financeiros), bem como aos locais de deposição (submersos, faixa entre marés, emersos), perfis (iniciais e finais) e aos períodos do ano em que se realiza a intervenção (restrições na época balnear e durante o Inverno).

A realização de uma análise custo/benefício da alimentação artificial de areias nas praias da Costa da Caparica oferece grandes dificuldades, comparativamente a estudos idênticos para a maioria das obras públicas, devido:

- às incertezas referidas em relação à previsão das evoluções hidromorfológicas (evolução da praia e dos fundos submersos ao longo do tempo) e à consideração de um "horizonte" de eficácia da intervenção;
- à quantificação de "benefícios" do tipo: "valor balnear" (maior atracção do público, maior espaço para a presença dos banhistas e menor dependência em relação ao estado da maré), "protecção" dos esporões e obras longitudinais de defesa em relação a infra-escavações (prolongando a sua vida útil, reduzindo os custos de manutenção), "valor paisagístico" (associado à presença de um areal emerso), "reforço adicional de defesa da frente urbana",...).

A previsível perda de eficácia da intervenção ao longo dos anos, até um "horizonte" em que se atinge a situação inicial de referência, vai evoluir de acordo com uma lei contínua de decaimento, intercalada por descontinuidades associadas a fenómenos de agitação muito energéticos e desfavoráveis em rumo.

Tendo em conta a variabilidade climática (e eventuais alterações climáticas), existe dificuldade em estabelecer previsões dos estados de agitação mais desfavoráveis, ao longo dos próximos anos.

O programa implementado a nível nacional, há vários anos, nos Países Baixos, prevê que em média cada uma das praias seja artificialmente alimentada de cinco em cinco anos.

Até à data foram realizados diversos levantamentos topográficos das estruturas de defesa (destacando-se os de Setembro de 2001, Setembro de 2005 e Maio de 2006) e dois levantamentos fotográficos verticais e cinco oblíquos. O programa de Monitorização já concretizou os seguintes levantamentos hidrográficos (Setembro de 2001, Setembro de 2005, Julho de 2007, Setembro de 2007, Dezembro de 2007, Abril de 2008, Agosto de 2008, Novembro de 2008, Abril de 2009, Agosto de 2009 e Setembro de 2009).

Tem sido também obtida abundante documentação fotográfica local. Novos levantamentos hidrográficos serão realizados.

Entre Setembro de 2001 e Julho de 2007 (antes da alimentação) terão desaparecido cerca de um milhão de m³ de areia, só em frente à praia de S. João. Por outro lado verifica-se que se formaram acumulações arenosas submersas em frente à praia emagrecida, mas o saldo na “janela” (área delimitada) considerada é negativo, Figura 13.

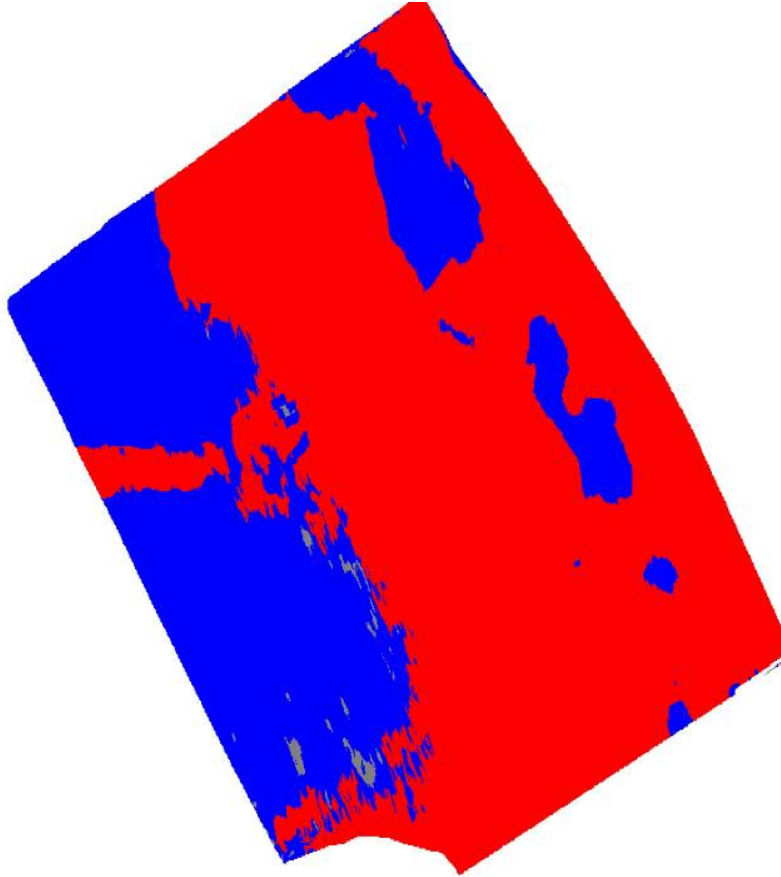


Figura 13. Praia de S. João, entre o esporão Norte da Costa da Caparica (EC7) e o esporão Sul da Cova do Vapor (EV1). Comparação entre os levantamentos hidrográficos de Setembro de 2001 e Julho de 2007 (antes da alimentação artificial). A azul indicam-se zonas onde ocorreu acumulação de areias e a encarnado zonas onde ocorreram perdas.

Considerando as outras perdas já anteriormente detectadas (800 000 m³) em frente aos esporões da Costa da Caparica, entre os levantamentos de Setembro de 2001 e de 2004, pode-se estimar que entre 2001 e 2007 a perda de areias foi da ordem de 2 000 000 m³, cerca de 290 000 m³ por ano. Esta primeira estimativa dos valores médios anuais de perdas no troço em análise, permite estimar a durabilidade de uma intervenção de alimentação se as condições se mantiverem. As batimétricas (curvas de nível) dos 2, 3, 4, 5 e 6 m estão a aproximar-se cada vez mais das obras aderentes e isso origina consequências na sua estabilidade e também nos esporões! Na altura do levantamento de Setembro de 2005 não se tinham ainda realizado intervenções significativas na reabilitação dos esporões da Costa da Caparica pelo que não foram as obras a causa do problema.

As areias das erosões depositam-se em bancos, nas imediações da margem esquerda do canal de navegação de acesso ao porto de Lisboa e contribuem para a colmatação desse canal. Se as areias forem dragadas e colocadas fora do subsistema da Costa da Caparica/Cova do Vapor, tal como sucedeu nas últimas dezenas de anos, a situação neste



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

troço de planície costeira continuará a ser muito crítica, visto que o défice sedimentar é preocupante.

As operações de alimentação artificial com areias visam a minimização dos graves erros cometidos na gestão de sedimentos, com consequências graves. A zona de empréstimo localizada pelo IH, a solicitação do INAG, constituirá uma alternativa, como fonte sedimentar, a alimentações com sedimentos dragados pela Administração do Porto de Lisboa (APL) no âmbito de manutenção das condições de navegabilidade na região das barras do Tejo.

Os estudos e projectos de alimentação das praias da Costa da Caparica deram e continuarão a dar prioridade a areias dragadas no âmbito das actividades da APL pois assim serão mitigados os impactes dessas dragagens. O histórico, de algumas dezenas de anos, sem que tivessem ocorrido operações de alimentação das praias da Costa da Caparica com areias dragadas, motivou o INAG na busca de fontes sedimentares alternativas.

Independente de uma apreciação mais global, no tempo e no espaço da área de intervenção, é possível desde já apresentar os seguintes comentários:

- A comparação dos levantamentos hidrográficos, permite comprovar a existência de assinaláveis movimentos transversais no sentido de terra para o mar. A possibilidade técnica de redução destes movimentos transversais está em estudo.
- Os movimentos transversais são mais significativos até às cotas -6.00 / -7.00 (ZH).
- Como seria de esperar, na parte emersa, a posição da linha de costa mais avançada (maior largura de praia emersa) corresponde aos levantamentos de Novembro de 2008 e Setembro de 2007, após as alimentações artificiais.
- A variação média entre os perfis dos diversos levantamentos, à cota do Zero Hidrográfico, é de cerca de 50 m.
- O facto de a linha de costa, na frente urbana da Costa da Caparica e na praia de S. João, se encontrar com um posicionamento (em planta) avançado em relação à linha de costa da baía a Sul, é um dos factores que induz movimentos transversais de sedimentos. As acções hidrodinâmicas naturais agem no sentido de “eliminar” essa singularidade.
- Foram quantificados os ganhos e perdas sedimentares ente diversas “janelas” de controlo com diferentes delimitações em relação à “linha de costa”.
- Continua-se a proceder à análise e à comparação dos levantamentos.

6. AS INTERVENÇÕES E OS MAREMOTOS (TSUNAMIS)

Todas as intervenções concretizadas ou previstas no citado Projecto Base relacionam-se com as acções directas da agitação marítima associada aos ventos. Não são medidas específicas de protecção contra possíveis maremotos (tsunamis).

Os tsunamis são ondas de translação, de longo período, com elevada capacidade de galgamento. Potencialmente podem inundar toda a planície costeira da Costa da Caparica até à Arriba Fóssil. Esta é a barreira natural de protecção.

A dificuldade de previsão da ocorrência dos tsunamis na zona, bem como da sua magnitude e a pequena frequência com que ocorreram no passado, tornam a prevenção e gestão deste fenómeno, em termos de ordenamento do território e em termos de protecção civil, muito problemática.

Só uma barreira artificial muito robusta e com uma cota de coroamento de algumas dezenas de metros acima da cota da marginal poderia ser eficaz. Em termos de percepção pública, impactos paisagísticos, técnicos e económicos seria uma intervenção inexequível.

A obra longitudinal aderente reperfilada e reforçada poderá contribuir para a dissipação de parte da energia das ondas de um tsunami mas não evitará os galgamentos e as



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

consequências que resultariam das enormes acções tangenciais de arrasto que afectariam todas as pessoas e construções menos robustas.

A não densificação da edificabilidade na planície litoral seria uma medida preventiva a nível de ordenamento mas que contraria a elevada procura pela população de espaços à beira mar.

Medidas preventivas passam ainda pela instalação de um sistema internacional de alerta no Atlântico (só eficaz se a origem do tsunamis estiver suficientemente distanciada da costa para possibilitar uma evacuação), pela concepção de edificações resistentes a forças tangenciais de arrasto (a nível de concepção e estrutura), pela sensibilização da população e autoridades, pelo estabelecimento de rotas de evacuação e refúgios a cotas mais elevadas.

No caso da ocorrência de um tsunami que atinja a planície litoral da Costa da Caparica, o número de mortes e feridos será potencialmente muito elevado.

Será uma elevada percentagem do número de utentes presentes no momento na praia e de cidadãos presentes na rua e em locais de cota baixa. Esse número será pois muito dependente da magnitude do tsunami e da época do ano, dia da semana e hora da ocorrência.

REFERÊNCIAS

FEUP/IHRH, 2000, Estudo de Reabilitação das Obras de Defesa Costeira e de Alimentação Artificial na Costa da Caparica, Estudo Prévio, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

FEUP/IHRH, 2001, Estudo de Reabilitação das Obras de Defesa Costeira e de Alimentação Artificial na Costa da Caparica, Projecto Base, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

FEUP/IHRH, 2003, Alimentação Artificial da Praia de S. João com Areias Provenientes de uma Dragagem da APL no Canal de Navegação do Tejo, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Veloso-Gomes, F.; Taveira-Pinto, F. e Pais-Barbosa, J., 2004. Rehabilitation study of coastal defense works and artificial sand nourishment at Costa da Caparica, Portugal. *Proceedings of 29th International Conference of Coastal Engineering*, ASCE, 3429-3440.

Veloso-Gomes, F.; Taveira-Pinto, F.; Neves, L. & Pais Barbosa, J., 2006. Eurosion – A European Initiative for Sustainable Coastal Erosion Management. Pilot site of river Douro – Cabo Mondego and Case Studies of Estela, Aveiro, Caparica, Vale de Lobo and Azores. IHRH/FEUP, Porto, 317 pp.

Veloso-Gomes, F.; Taveira-Pinto, F.; Pais-Barbosa, J.; Costa, J. & Rodrigues, A., 2006. Monitoring of the coastal defence Works of Costa da Caparica, Portugal. *Proceedings of 30th International Conference of Coastal Engineering*, ASCE, Vol 5, pp.5241-5253, 2007.

Veloso-Gomes, F.; Taveira-Pinto, F.; Pais-Barbosa, J.; J., Costa, J. & Rodrigues, A., 2006 – “Estudos e Intervenções na Costa da Caparica”. *Actas das 1^{as} Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*, FEUP/SHRHA, 27-35.

Veloso-Gomes, F.; Taveira-Pinto, F.; Pais-Barbosa, J.; Costa, J. & Rodrigues, A., 2006 – “As Obras de Defesa Costeira na Costa da Caparica. Na Crista das Ondas do Mar e da Comunicação Social”. *Actas das 2^{as} Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*, FEUP/SHRHA, 23-33.