

## DEPENDÊNCIA ENTRE BACIAS HIDROGRÁFICAS, ZONAS COSTEIRAS E IMPACTES DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS: O CASO DO GUADIANA (PORTUGAL)

João M. A. Dias<sup>1</sup>; Ramon Gonzalez<sup>2</sup>; Óscar Ferreira<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> FCMA/CIMA, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 Faro, Portugal

Phone: +351 289 800900. e-mail: [jdias@ualg.pt](mailto:jdias@ualg.pt); [oferreir@ualg.pt](mailto:oferreir@ualg.pt)

<sup>2</sup> CIACOMAR/CIMA, Universidade do Algarve, Avenida 16 de Junho s/n, 8700 – 311 Olhão, Portugal

Phone: +351 289 800900 e-mail: [rgonzale@ualg.pt](mailto:rgonzale@ualg.pt)

### RESUMO

O rio Guadiana, quarto, em área, da Península Ibérica, foi intensivamente utilizado, (para transporte, irrigação, força motriz, etc.) desde a Antiguidade até ao século XIX. Esta exploração do meio natural induziu modificações praticamente irrelevantes. Todavia, desde meados do século XIX até à actualidade, as actividades antrópicas, com especial relevância para as explorações mineiras, a agricultura, a construção de barragens, e as obras de engenharia costeira, induziram grandes impactes, frequentemente com sinais opostos. Esses impactes radicam, principalmente, na modificação do regime hídrico e na alteração do transporte sedimentar fluvial. Actualmente pode afirmar-se que o Guadiana corresponde a um sistema natural bastante modificado.

### ABSTRACT

The Guadiana is the fourth largest river basin of the Iberian Peninsula. From the beginning of historic times until the 19th century it has been under intense utilization for purposes such as transport or irrigation. This use had little relevance for the river system, causing only small alterations. Since the mid 19th century, however, anthropic activity, namely mining, agriculture, the construction of dams and coastal engineering projects have caused large scale alterations, frequently with opposing effects. The main impacts are found in the alterations of the hydrologic regime and fluvial sediment transport. At present the Guadiana River basin constitutes a system that has been significantly altered from its natural state.

Palavras-Chave: estuário; actividades antrópicas; caudais; morfodinâmica

### 1. INTRODUÇÃO

Sendo dependente de uma extensa bacia hidrográfica (fig. 1) com 66 960 km<sup>2</sup> (a quarta, em área, da Península Ibérica, a seguir às do Douro, do Ebro e do Tejo), e um comprimento total de cerca de 810 km, o fornecimento sedimentar e a morfologia do estuário do Guadiana são, essencialmente, função da pluviosidade ocorrente na área drenante e das actividades antrópicas aí decorrentes.



Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Guadiana na Península Ibérica.

O estuário do Guadiana e o litoral adjacente têm sido sujeitos, ao longo dos tempos, a profundas modificações. Sendo, na época romana, um delta “bífido”, isto é, com

dois canais, um destes foi-se progressivamente assoreando (processo este em que, provavelmente, as actividades antrópicas, designadamente a agricultura, tiveram influência relevante), convertendo-se num delta monocal canal dominado pelos processos associados à onda. É, na realidade, o único delta português directamente exposto à acção marinha.

As marés são do tipo semi-diúrno, com amplitude máxima de 3,44m (Instituto Hidrográfico, 1990). Na desembocadura, as correntes de maré são de cerca de 0,6m/s no pico da maré enchente, e cerca de 1,2m/s no pico da maré vazante (Instituto Hidrográfico, 1998). O clima de agitação marítima é dominado por ondas de W e SW (cerca de 50% das ocorrências), correspondendo as de SE a cerca de 25%, sendo a altura significativa média 0,9m, o período médio 4,6s e o período de pico 8s (Costa, 1994). A resultante anual da deriva litoral é de Oeste para Este, estando estimada entre 150 000m<sup>3</sup> e 300 000m<sup>3</sup>.

As actividades antrópicas com impactes nos escoamentos e/ou no fornecimento sedimentar iniciaram-se já, há muitos séculos.

### 2. AS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

#### 2.1 Da Antiguidade ao século XIX

Desde cedo que o estuário do Guadiana se instituiu como via de comunicação privilegiada. Já na Época Romana viabilizava o escoamento fácil de minérios, explorados, designadamente, nas minas de S. Domingos. Os longos períodos de seca que, com frequência, ocorrem nesta região, conduzem à necessidade de criação de reservas estratégicas de água. Assim, as primeiras barragens construídas nesta bacia hidrográfica (e as primeiras da Península Ibérica), isto

é, as barragens de Proserpina, no rio Pardilla, e de Cornalbo, no rio Albarregas, datam da Época Romana (séc. II).

Pelo menos desde a ocupação muçulmana, o Baixo Guadiana foi estrategicamente utilizado como canal de circulação integrado no trajecto entre as cidades do norte (Beja, Évora, Alcácer do Sal, Lisboa) e o litoral algarvio e andaluz.

A utilização preferencial desta via de comunicação entre o norte e o sul foi intensificada devido aos perigos existentes (temporais, pirataria e corso internacionais) na ligação marítima entre as cidades localizadas nos estuários do Tejo e do Sado e as do Algarve, e às difíceis passagens terrestres da serra algarvia, quer em direcção a Silves-Lagos, quer a Loulé-Faro (Garcia, 1996).

Apesar da importância sócio-económica do estuário do Guadiana e da sua relativamente intensa exploração, pode afirmar-se que, até ao século XIX, os impactes negativos das actividades antrópicas aludidas tiveram reduzida amplitude.

## 2.2 A Actividade Mineira

Em meados do século XIX, surge novo fenómeno, a exploração mineira moderna de pirites (principalmente as minas de S. Domingos, em Portugal, e as de Las Herreras, Cabezas del Pasto, Santa Catalina, La Isabel, Lagunazo e El Toro, em Espanha), a qual vem intensificar fortemente a navegação fluvial, embora o escoamento do minério fosse dificultado pela instabilidade da barra do Guadiana. Na realidade, esta, revelou-se sempre uma barra difícil, devido ao banco de O'Bril (banco arenoso externo do estuário), que limitava fortemente o calado dos navios que praticavam a barra. Tal obrigava a que grande parte dos navios saíssem do estuário sem a carga completa, sendo acabados de carregar já no exterior, recorrendo a pequenos barcos.

A construção do porto mineiro do Pomarão, localizado a quase 50km da barra do Guadiana (e que começou a funcionar em 1859), bem como a construção de vias de caminho de ferro desde as minas até aos locais de embarque do minério (ou seja, entre S. Domingos e o porto fluvial de Pomarão, e entre Las Herreras e o porto fluvial de La Laja), induziram, certamente, aumento do transporte sedimentar, assim contribuindo para o progressivo crescimento do banco de O'Bril.

Expressão mais ampla, no que se refere ao fornecimento fluvial, teve, provavelmente, o método utilizado na preparação do minério, que era a ustulação. Este método, que permitia obter um resíduo de óxidos, sulfatos e sulfuretos de Cu e Fe, libertava para a atmosfera grandes quantidades de SO<sub>2</sub> que, com a humidade do ar, destruíam toda a vegetação das áreas envolventes. Por outro lado, o método carecia de grandes quantidades de lenha, que era obtida na região. O facto do preço dos 20 kg da lenha ter passado de 80 réis para 148 réis entre 1863 e 1873 (Garcia, 1996) revela bem a grande procura que havia deste material. Tal conduziu à destruição do coberto vegetal e consequente desertificação da região até grandes distâncias das minas (Garcia, 1996), deixando o solo (na maior parte pobre e esquelético) completamente desprotegido perante a actuação da escorrência superficial. Certo é que, a partir de 1870, este método começa a ser substituído pelo da via húmida, apoiado na construção de pequenas

barragens. Todavia, os impactes da destruição do coberto vegetal perduraram durante muitas décadas.

Perante este abastecimento sedimentar intenso, não é de estranhar que a amplitude dos bancos arenosos da parte externa do Guadiana, ou seja, o banco de O'bril, fosse progressivamente aumentando. Sujeito à actuação irregular dos temporais, por um lado, e das cheias, por outro, a mobilidade destes depósitos era elevada. Consequentemente, era difícil, e frequentemente perigoso, praticar a barra do Guadiana.

O transporte fluvial do minério ao longo do estuário do Guadiana era intenso, relativamente longo e, por vezes, perigoso. Nos finais dos anos 1880 frequentavam o porto do Pomarão cerca de 400 navios por ano, sendo colocadas a bordo 1500 a 2000 toneladas de minério por dia (Cabral et al., 1889). A actividade nos portos fluviais de La Laja, por onde se exportava o minério espanhol, era também bastante intensa. Muitos foram os barcos que, por razões variadas (danos provocados por afloramentos rochosos submersos, cheias, etc.) se afundaram, com a sua carga, no estuário. Por vezes, as grandes cheias tinham consequências catastróficas. A maior ocorreu em Janeiro de 1876, tendo o nível das águas, no Pomarão, subido cerca de 50m acima do nível normal. Vários foram os barcos que se afundaram, e os stocks de minério que estavam nos portos do Pomarão e de La Laja desapareceram, levados pelas águas (o que já, em cheias anteriores, tinha acontecido).

É interessante verificar que, na actualidade, não se encontram, nos sedimentos estuarinos, vestígios significativos da contaminação provocada pelos acidentes aludidos, e pela forte poluição dos cursos de água da área, provocada pelas descargas das águas provenientes da lavagem dos minérios (e.g.: Ruiz, 2001). Tal tende a confirmar que as cheias têm alta eficácia depuradora do estuário.

A grande cheia de 1876, a maior verificada nos dois últimos séculos no Guadiana, exemplifica bem a função depuradora das cheias e a forma como o banco de O'Bril responde a este tipo de forçamento extremo. Na sequência desta cheia, o banco aludido foi quase completamente exportado para a plataforma continental, ficando reduzido à área submareal de apenas 2,5km<sup>2</sup>, dos quais 0,8km<sup>2</sup> localizados do lado português, e 2,7km<sup>2</sup> do lado espanhol (González et al., 2001).

As explorações mineiras localizadas na zona de influência do estuário do Guadiana atingiram o seu ponto mais alto na transição dos séculos XIX para o XX. Perante a quebra das exportações, provocadas pela baixa de preços nos mercados internacionais, e a instabilidade provocada pela implantação do regime republicano em Portugal, as explorações mineiras aludidas entraram em declínio rápido, acabando praticamente por desaparecer poucas décadas mais tarde.

## 2.3 A Campanha do Trigo

Durante o Estado Novo, os governantes portugueses querendo fazer face à dependência de Portugal em relação ao exterior, decidiram incentivar a expansão do cultivo do trigo, designadamente através de subsídios específicos aos agricultores, para tornar o país auto-suficiente. Tal política, denominada por Campanha do Trigo e instituída pelo

Decreto nº 17 252, vigorou em Portugal entre 1929 e 1937 (Rosas, 1992). Esta política conduziu a um aumento extraordinário das áreas cultivadas com cereais, principalmente nos distritos do Alentejo. Muitos terrenos pouco férteis passaram de montados ou de pastagens para campos de cultivo. Em Espanha verificou-se, também, política análoga.

As consequências desta política na bacia do Guadiana atingiram grande expressão, tendo amplificado fortemente a tendência para a desertificação que se vinha acentuando desde há muito tempo. As desmatações e o arroteio das terras, deixando o solo solto e desprotegido, acabaram por provocar a erosão deste em grandes áreas.

Embora tal não esteja quantificado, a quantidade de sedimentos transportados pelo Guadiana sofreu, seguramente, os impactos da política aludida. Todavia, ao nível do banco de O'Bril, que parece ter atingido a sua maior expressão cartográfica por volta de 1912/1915 (atingindo, segundo González et al., 2001, uma área submareal de 9,6km<sup>2</sup>), as consequências não são tão evidentes como seria de esperar. Pelo contrário, até finais do século XX regista-se uma progressiva diminuição de área (figura 2).

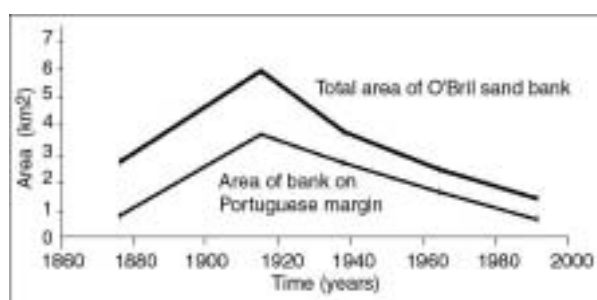


Figura 2 - Evolução da dimensão do Banco de O'Bril, desde 1876 até aos anos 90 do século XX (segundo González et al., 2001).

Na interpretação deste facto há forçosamente que considerar que:

a) este reforço do abastecimento sedimentar verifica-se em pleno declínio da exploração mineira, o que logicamente terá conduzido a diminuição do abastecimento sedimentar induzido directa e indirectamente por aquela;

b) desde 1912 que a barra do Guadiana é sistematicamente dragada (segundo os dados de Abecasis (1926), entre 1912 e 1921 a média anual de volumes dragados ultrapassou 200 000m<sup>3</sup>), prosseguindo os trabalhos até à década de 30 no sentido de manter profundidades de 6 metros em situação de maré vazia, assim permitindo a circulação dos navios;

c) cerca de duas décadas após a formalização da política conducente à Campanha do Trigo iniciou-se intensiva fase de construção de barragens, as quais vieram interromper, em grande parte, o trânsito fluvial de areias;

d) nas duas ou três décadas subsequentes ao início da política aludida parece não terem ocorrido cheias excepcionais (pelo menos comparáveis às de 1876).

O conjunto dos factores enunciados traduziu-se, certamente, numa diminuição da exportação sedimentar (pelo menos em areias) do Guadiana para a plataforma e litoral adjacente. No entanto, pelo contrário, no meio estuarino, a avali-

ar pelas queixas e protestos dos pescadores e outros utilizadores da navegação fluvial, registados na imprensa escrita da época, verificou-se, após os anos 30, notório assoreamento.

#### 2.4 As Barragens

Como se referiu, a heterogeneidade pluviométrica anual na bacia do Guadiana, designadamente com longos períodos plurianuais de seca, gera a necessidade de criação de reservas estratégicas de água. Como se referiu, os primeiros reservatórios significativos de que há notícia foram criados pelos romanos no século II (barragens de Cornalbo e de Proserpina, respectivamente com 24m e 19m de altura, e 10hm<sup>3</sup> e 4hm<sup>3</sup> de capacidade).

Ao longo dos tempos históricos, vários outros pequenos reservatórios foram sendo criados, nomeadamente os definidos pelas barragens de Albuera de Castelbar (construída em 1500), de Albuera de Feria (em 1747), de Zalamea (em 1800) e de Albuera Casabaya (em 1840). A estes há que adicionar os açudes e as represas e, durante o Ciclo do Minério, a construção de várias barragens específicas para tratamento, via húmida, do minério. Só as barragens nº 3 e 4 da Mina de S. Domingos têm capacidade superior a 7hm<sup>3</sup>.

No entanto, e apesar de todos os aproveitamentos então existentes, no início da década de 50 do século XX a capacidade total de armazenamento da bacia do Guadiana era inferior a 100hm<sup>3</sup>. A primeira grande barragem da bacia do Guadiana, a de Cijara, com 81m de altura e 1670hm<sup>3</sup> de capacidade, foi construída em 1956. Os dez anos seguintes corresponderam a um período de intensiva construção de barragens de tal modo que, em 1964, a capacidade de armazenamento era cerca de 78 vezes superior à existente dez anos antes (figura 3).

De então até ao final do século XX prosseguiu a construção de barragens, embora com ritmos heterogéneos. Após a entrada em funcionamento, em 2002, da barragem do Alqueva (com uma capacidade máxima de 4150hm<sup>3</sup>, e que dará origem ao maior lago artificial da Europa ocidental), a capacidade instalada passou a ser superior de 10 000hm<sup>3</sup>, ou seja, mais do dobro do escoamento médio anual do Guadiana (4400hm<sup>3</sup>, determinado por Dias e Ferreira (2001) para o período 1946/47 a 1998/99, referente a Pulo do Lobo).



Figura 3 – Capacidade de armazenamento das barragens da bacia do Guadiana e volume de água utilizado em irrigação (dados não disponíveis após 1992) (segundo dados de Loureiro et al., 1986 e CHG, 1994).

A grande cascata de barragens existente na bacia do Guadiana interrompeu o trânsito fluvial de areias, provo-

cando um decréscimo acentuado da exportação sedimentar para a plataforma continental e litoral adjacente.

Para melhor se caracterizar a situação, é de referir que, além das barragens referidas, existem, na rede hidrográfica desta bacia hidrográfica, centenas de pequenos aproveitamentos hidráulicos (mini-hídricas, represas, etc.).

O escoamento médio anual decresceu de forma muito significativa. A figura 4, em que se utilizaram médias móveis com janelas de 21 anos para amortecer a grande variabilidade interanual e influências climáticas periódicas, expressa bem essa forte redução no escoamento anual.

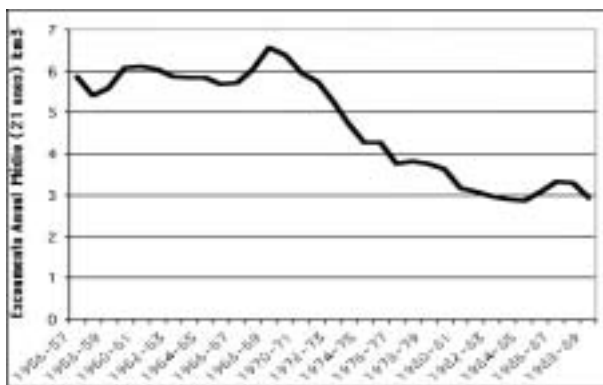


Figura 4 – Escoamentos anuais médios observados em Pulo do Lobo, considerando períodos de 21 anos.

Considerando, embora um pouco arbitrariamente, como anos “húmidos” aqueles em que o escoamento anual ultrapassou o dobro do escoamento médio anual, como anos “secos” aqueles em que o escoamento foi inferior a metade do escoamento médio, e como anos “normais” os restantes, e aplicando o mesmo método das médias móveis com janelas de 21 anos, construiu-se o gráfico da figura 5. A análise da figura permite concluir que, na bacia do Guadiana, o efeito das barragens se manifestou por um decréscimo acentuado dos anos “húmidos” e aumento nítido dos anos “secos”, isto é, cerca de 75% dos anos “húmidos” passaram a ser convertidos, pelas barragens, em “normais”, e cerca de 75% destes transformam-se em anos “secos”.

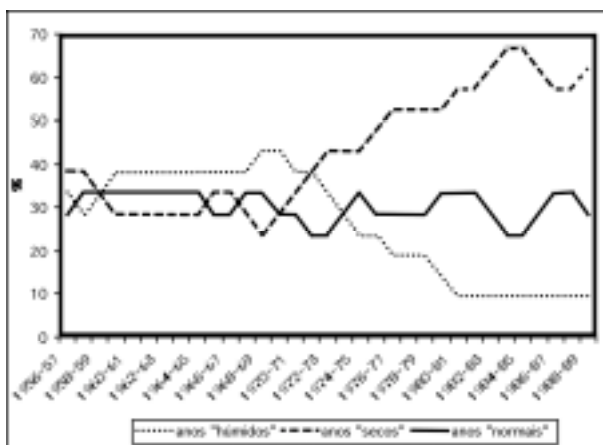


Figura 5 – Evolução das percentagens de anos “húmidos”, “secos” e “normais”, considerando períodos de 21 anos. Significado das designações explicado no texto.

Aliás, o efeito que as barragens tiveram nos escoamentos naturais podem inferir-se, também, das correlações entre estes e a Oscilação do Atlântico Norte (NAO). Efectivamente, o clima da Europa e da América do Norte é, em grande parte, condicionado por este fenómeno climático atlântico decorrente da variabilidade e interacção entre o núcleo de baixas pressões da Islândia e o núcleo de altas pressões dos Açores. Como índice da NAO utiliza-se a diferença de pressão ao nível médio do mar destes dois núcleos, normalizado para o período 1901-1980. para determinar o índice de inverno da NAO utilizam-se geralmente as estações meteorológicas de Stykkisholmur, na Islândia; e de Lisboa (Hurrell, 1995).

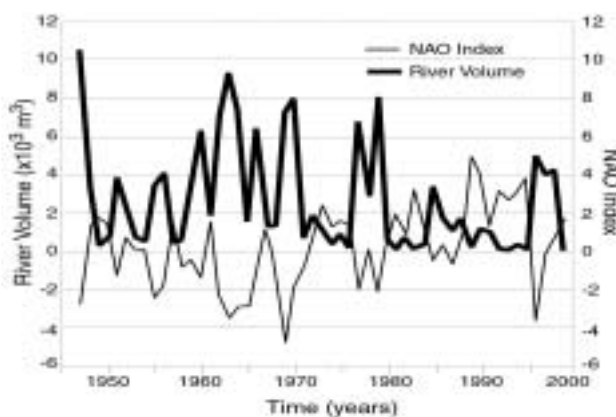


Figura 6 – O índice de inverno da NAO e os escoamentos do Guadiana entre Janeiro e Março.

A correlação entre o índice de inverno da NAO e os escoamentos do Guadiana entre Janeiro e Março (figura 6), para a série de observações de Pulo do Lobo (1947/47 a 1998/99), é de  $-0,76$ . Considerando que as modificações relevantes nos escoamentos, induzidos pelas barragens, se iniciaram nos anos 60, é interessante verificar que o índice de correlação referido baixa de  $-0,81$  antes dessa data (embora a série seja pequena), para  $0,73$  no período seguinte. Tal tende a confirmar a forte influência das barragens no funcionamento do sistema natural do Guadiana.

Os impactes da drástica redução dos escoamentos anuais, bem como das cheias, no transporte fluvial de areias e na exportação sedimentar para a plataforma continental e litoral adjacente contribuiu, seguramente, para a progressiva redução da área do banco de O’Bril, a um ritmo médio de  $48\text{m}^2/\text{ano}$ , a qual, em 1978, era de apenas  $1,9\text{km}^2$  (González et al., 2001). Outra das consequências foi, seguramente, a intensificação do assoreamento do baixo estuário por areias marinhas.

Todavia, como estes impactes não são imediatos, e como outras intervenções antrópicas induziram consequências no mesmo sentido, torna-se difícil aquilatar os efeitos precisos induzidos pelas barragens. É credível, no entanto, que estejam também relacionados com a forte erosão costeira que desde o final da década de 50 afecta o litoral adjacente espanhol. Aliás, há mesmo indícios de que o próprio padrão de distribuição sedimentar da plataforma continental se modificou, adquirindo carácter mais lútfico, embora junto à foz, devido à construção dos molhes do Guadiana que reduziram

fortemente a secção do canal, os sedimentos se tenham tornado mais arenosos (Dias et al., 2000).

### 2.5 Os molhes do Guadiana

Para melhorar as difíceis condições da barra, permitindo uma navegação mais segura, entre 1972 e 1974 construíram-se, na foz do Guadiana, dois molhes (um a poente, com cerca de 2 000m, e outro a nascente, submerso, com 1 300m) para canalização da corrente (Weinholtz, 1978; Dias, 1988). Os molhes provocaram estreitamento da secção do canal, a qual, junto à barra, passou de cerca de 1km, em 1969, para 0,5km, em 1999, o que, obviamente, se traduziu num aumento da competência do fluxo de saída e, conseqüentemente, na progradação de areias sobre o corpo lodoso adjacente que existe na plataforma continental (Dias et al., 2000).

O molhe poente provocou a interrupção da deriva litoral, cuja resultante anual é de ocidente para oriente), de imediato se começaram a acumular, contra o molhe poente, grandes quantidades de areias. No sentido de diminuir as taxas de acumulação, contruiu-se mesmo, a cerca de 1,2km para poente, um esporão (para retenção de areias) com cerca de 300m, (Dias, 1988). Verificou-se que, até 1980, o esporão aludido reteve praticamente toda a deriva litoral, estimada em cerca de 180'000m<sup>3</sup>/ano (Gonzalez et al., 2001), agravando bastante os problemas de erosão costeira no litoral espanhol, a oriente da foz do Guadiana. Em meados da década de 80 o molhe aludido ficou colmatado, começando a areia a transpor, em quantidades significativas, a cabeça do molhe, indo alimentar, de alguma forma, o litoral a oriente, o que se traduziu num amortecimento da erosão costeira aí existente (Gonzalez et al., 2001).

### 3. CONCLUSÕES

Do exposto conclui-se que as actividades antrópicas decorrentes na bacia do Guadiana ao longo da História, desde a Antiguidade até meados do século XIX, em pouco ou nada modificaram o funcionamento do sistema natural do Guadiana. Foi só na segunda metade do século XIX que o Homem começou a interferir significativamente no funcionamento natural do sistema, ampliando-se a amplitude dessas interferências de forma bastante rápida. As intervenções efectivadas no último meio século (barragens, obras costeiras) vieram modificar de forma muito significativa o funcionamento do sistema, induzindo impactes permanentes ou de longa duração no estuário, no litoral adjacente, e na plataforma continental. Prevê-se que a amplitude da maior parte desses impactes esteja a ser fortemente amplificada devido à entrada em funcionamento da barragem do Alqueva no ano hidrológico 2002/2003.

### AGRADECIMENTOS

Trabalho elaborado no âmbito dos projectos CRIDA (Consequências das Modificações do Caudal Fluvial na Zona Costeira e na Plataforma Continental) e DATACOAST. (Análise Diacrónica das Pequenas Oscilações Climáticas com Repercussão na Zona Costeira Portuguesa. Impactes Naturais e Humanos), financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (n<sup>o</sup> 15289/99 e n<sup>o</sup> 36379/99).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABECASIS, D. (1926) – Estudo geral económico e técnico dos portos do Algarve. Litografia Nacional, Porto, 174p.
- CHG, 1994 — Plan Hidrológico I. Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- CABRAL, J.A.N., MONTEIRO, S. & BARATA, J.A. (1889) – Exposição Nacional das Indústrias Fabris. Catálogo Descritivo das Secção de Minas. Imprensa Nacional, Lisboa, 500p.
- COSTA, C., 1994 — Wind- Wave Climatology of the Portuguese Coast. Final Report of Sub-Project A. NATO POWAVES Report 6/94-A, 80 pp. (não publicado).
- DIAS, J.A. (1988) – Aspectos Geológicos do Litoral Algarvio. *Geonovas*, 10:113-128.
- DIAS, J.A. & FERREIRA, Ó. (2001) — Projecto EMERGE – Estudo Multidisciplinar do Estuário do Rio Guadiana. Relatório Final. Relatório CIACOMAR n<sup>o</sup> 3/01, 150p. (Relatório não publicado).
- DIAS, J.A., MACHADO, A., GARCIA, C., MATOS, M., GONZALEZ, R. & SIRIA team (2000) - Cartografia Sedimentológica da Plataforma Continental Adjacente ao Estuário do Guadiana. 3<sup>o</sup> Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica Atlântica, p.215-216.
- GARCIA, J.C. (1996) – A Navegação no Baixo Guadiana durante o Ciclo do Minério (1857-1917). Dissertação de Doutoramento, Universidade do Porto, 1049p. (não publicado).
- GONZÁLEZ, R. DIAS, J.A. & FERREIRA, Ó. (2001) - Recent Rapid Evolution of the Guadiana Estuary Mouth (Southwestern Iberian Peninsula). *Journal of Coastal Research. Special Issue. V.34: 516-527 pp.*
- HURRELL, J.W. (1995) - Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science* 269, 676-679.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO (1990) — Roteiro da Costa de Portugal. 2<sup>a</sup> edição, 504p.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO (1998) — Tabelas de Marés 1999, Volume I.
- LOUREIRO, J.J.M., NUNES, M.N.F. & MACHADO, M.L.R. (1986) – Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana. In: Monografia Hidrológicas dos Principais Cursos de Água de Portugal Continental, p. 339-499, Direcção-Geral dos recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa.
- ROSAS, Fernando, (coordenação de) (1992) - Portugal e o Estado Novo (1930 - 1960), in *Nova História de Portugal* (dir. de Joel Serrão e A. H. de Oliveira Marques), vol. XII, Lisboa, Editorial Presença, pp. 314 - 315.
- RUIZ, F. (2001) – Trace metals in estuarine sediments from the southwestern Spanish coast. *Marine Pollution Bulletin*, 42/6, 482-490
- WEINHOLTZ, M.B. (1978) – Rio Guadiana: Elementos para o estudo da evolução da sua embocadura. Relatório da Direcção-Geral de Portos, Lisboa, 11p. (não publicado)