

Evolução da fisiografia e ocupação antrópica na área estuarina do Rio Mondego e região envolvente (Portugal centro-oeste), desde 1947*

P. Proença Cunha, J. Pinto & J. L. Dinis**

Resumo:

A partir de 1960, a área costeira nas imediações da cidade da Figueira da Foz teve uma evolução muito rápida causada por intensas actividades antrópicas na bacia hidrográfica do Mondego e na faixa litoral. As conclusões mais relevantes deste estudo, por análise de coberturas de fotografia aérea de 1947 a 1996, bibliografia e documentos cartográficos, são: 1) importantes e rápidas modificações da morfologia do estuário e da faixa litoral adjacente (sistema de praia/cordão dunar longitudinal), resultantes principalmente da construção dos molhes do porto e das subsequentes obras de protecção local da costa; 2) alteração da dinâmica sedimentar das áreas estuarina e fluvial, em consequência da regularização da bacia hidrográfica; 3) crescimento urbano e industrial, com expansão para o estuário e o campo de dunas eólicas; 4) desenvolvimento da aquacultura e do cultivo de arroz, com declínio das marinhas de sal e de outras actividades agrícolas tradicionais; 5) recuo generalizado da linha de costa, acentuadamente erosivo.

A gestão e o ordenamento desta bela zona costeira, acompanhados de estudos de monitorização, devem ser orientados de modo a permitir a sua preservação e evolução natural, através de condicionamentos à ocupação antrópica.

Palavras chave:

Fisiografia, efeitos antrópicos, foto-aéreas, estuário, Rio Mondego, Portugal, erosão costeira, impactes ambientais, gestão e ordenamento.

Résumé:

Titre - Évolution des unités géomorphologiques et de l'occupation humaine de la région de l'estuaire du Mondego (côte occidentale du centre du Portugal), dès 1947.

Dès 1960, la côte aux environs de la ville de Figueira da Foz a connu des transformations très rapides, en résultat de l'artificialization du bassin hydrographique du Mondego et du littoral. Les récents travaux portuaires et l'endigement des berges de l'estuaire, par suite de la régularization en amont, ont créé une situation qui se caractérise aujourd'hui par la diminution de l'apport fluvial et une dynamique de la marée modifiée. L'analyse de photographies aériennes dès 1947 jusqu'à 1996, bibliographie et documentation cartographique, permet les conclusions suivantes: 1) profondes et rapides modifications de la morphologie de l'estuaire et du littoral (système plage/dune bordière), conséquence de la mise en place des jetées du port et des travaux de défense de la côte; 2) altérations des conditions hydrodynamiques et sédimentologiques de l'estuaire provoquées par la régularization du bassin hydrographique; 3) accroissement de l'urbanisation et de l'industrialisation sur les domaines de l'estuaire et sur le champ de dunes éoliennes littorales; 4) développement de l'aquaculture et de la riziculture et, par contre, décroissement de l'agriculture et des salines traditionnelles; 5) intense érosion de la plage et recul du rivage.

L'aménagement et la gestion de cette belle région côtière, doit considérer les études d'accompagnement et établir des mesures restrictives à l'occupation humaine pour sa sauvegarde et permettre la évolution naturelle.

Mots clés:

Photographies aériennes, estuaire, fleuve Mondego, Portugal, érosion côtière, impacts sur l'environnement, gestion et aménagement.

Abstract:

Title - Physiographical evolution and human occupation of the Mondego estuary area (Central west coast of Portugal) since 1947.

Since 1960, the coastal zone near the town of Figueira da Foz experienced a very quick morphological change caused by intense human activities in the Mondego drainage basin and in the highly dynamic coastal zone. The huge jetties built to improve port access conditions, produced the main effects on the coastal morphology.

The main targets of this study are the physiographical evolution and changes in human use of the area, performed through analysis of aerial photographs coverages, topographic maps, bibliography and field observations. The most relevant changes are: 1) large and rapid changes of the distal estuary and coastline morphodynamics mainly as a result of extensive harbour developments – large accumulation of sand against the northern jetty while the erosion of beaches located southwards, deprived of sand, led to the construction of groins and seawalls; 2) modifications in the sedimentary systems of the river, induced by engineering works in the fluvial sector (construction of dams and artificial channels; sand mining) and estuary (including dredging); 3) expansion of urban and industrial areas over the estuary and coast; 4) development of aquaculture and rice culture, but decrease of traditional salt exploitation ("salinas") and other agricultural types; 5) widespread erosion the coastline, mainly caused by a strongly negative sedimentary budget.

Planning and management of this beautiful coastal zone, including monitoring studies, should include restrictions on human occupation in order to preserve and allow the natural evolution of the landscape.

Key words:

Aerial photographs, estuary, Mondego River, Portugal, coastal erosion, environmental impacts, planning and management.

* Trabalho efectuado no âmbito do projecto PEAMB/C/GEN247/93 (JNICT/DGA): "Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do Estuário do Mondego".

** Centro de Geociências da Universidade de Coimbra; Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. Coimbra, 3049 COIMBRA Codex, Portugal; pcunha@cygnus.ci.uc.pt; jodinis@cygnus.ci.uc.pt

1. Introdução

Os estuários constituem notáveis exemplos da importância da interface continente/oceno, constituindo áreas chave para a compreensão da evolução costeira e da previsão das tendências futuras. Constituem ambientes sedimentares com uma rica fauna e flora, são fonte de recursos para as populações e na sua proximidade localizam-se importantes aglomerados urbanos e industriais, bem como significativas obras de engenharia (portos, pontes, canais de rega, etc.). Contudo, são sistemas muito sensíveis e dependentes de muitas variáveis, sendo os controlos sedimentares principais o influxo fluvial e a dinâmica marinha. Devido à sua intensa produtividade orgânica, contam-se entre os meios mais produtivos da biosfera, sendo ambientes de grande riqueza económica, de beleza paisagística e de notável valor ecológico. São áreas extremamente delicadas que se situam no centro de conflitos de interesses, entre a intensa exploração dos seus recursos naturais e a sua protecção.

O Estuário do Mondego, em particular o Braço Sul e as áreas envolventes (incluindo a Ilha da Morraceira) são de toda a região do Baixo Mondego os últimos sectores mais próximos de um "estado natural" ou com actividades humanas tradicionais, de reduzido impacto ambiental, como a pesca e as marinhas de sal. A abundância de água, a sua configuração como porto de abrigo e a variedade dos seus recursos são atractivos que determinaram a ocupação humana deste espaço.

A área estuarina do Mondego foi considerada Reserva Ecológica Nacional (REN⁽¹⁾), e como tal integrada no Plano Director Municipal da Figueira da Foz, e foi um dos "Sítios" propostos para incluir na Rede Natura 2000. Numa perspectiva de gestão e ordenamento ambientalmente equilibrados desta área, os seguintes aspectos merecem destaque:

– *paisagem natural* - valor insubstituível por si só, pela memória histórica da região, pela qualidade de vida que pode proporcionar aos seus habitantes e com crescente potencial turístico;

– *valor ecológico em equilíbrio precário* - local de alimentação, reprodução e repouso de aves, nomeadamente migradoras (perna longa, pato real, etc.), moluscos (amêijoia, berbigão, navalheira⁽²⁾), peixes (enguia, robalo, solha, taíña), etc.. Possui uma vegetação específica (halófita), capaz de suportar águas salinas, típica dos sapais (morraça e salicornia,

entre outras). As complexas relações ecológicas da fauna e flora, ricas e diversas, estão aqui em condições de acesso privilegiado;

– *ambientes sedimentares* - o conhecimento dos processos dinâmicos naturais (mecanismos fluviais, ondulação, correntes marinhas, correntes de maré, variações no nível do mar, etc.) é determinante na previsão de modificações naturais e na avaliação de efeitos induzidos pelo Homem.

Assim, o estuário do Mondego tem constituído um notável campo de estudo e formação académica em ciências naturais.

1.1. Objectivos do trabalho

Este trabalho faz uma análise da evolução da zona envolvente do estuário do Rio Mondego e da faixa litoral adjacente, durante o período compreendido entre 1947 e a actualidade, por análise de sucessivas coberturas de fotografia aérea, bibliografia e levantamentos topográficos. Visa avaliar as modificações morfosedimentares mais importantes de origem natural e antrópica, em particular as relacionadas com recentes obras portuárias e de regularização fluvial (CUNHA *et al.*, 1994), bem como analisar o tipo de ocupação da superfície.

O estudo pretende contribuir para o Ordenamento do Território, nomeadamente para a elaboração de estratégias de desenvolvimento ao nível local e regional e na avaliação de impactes de futuras intervenções.

1.2. Enquadramento geográfico e geológico

A área estudada neste trabalho, definida aproximadamente por um paralelogramo de 19 km de comprimento por 9 km de largura (Fig. 1), localiza-se no litoral centro-oeste de Portugal. É delimitada pelos paralelos de Cabo Mondego, a norte, e de Alqueidão, a sul; a oeste e leste estende-se até aos meridianos de, respectivamente, Cabo Mondego e Montemor-o-Velho.

Orientada segundo WNW-ESE, existe uma faixa arqueada de relevos de baixa altitude (entre 100 e 258 metros), em cuja extremidade ocidental se salienta a Serra da Boa Viagem e o Cabo Mondego. No Cabo Mondego a costa está talhada em arriba, na base da qual se estende uma plataforma rochosa de abrasão que se prolonga para além da linha de baixa-mar viva.

Para norte da Serra da Boa Viagem, existe uma extensa planície litoral com formações dunares bem desenvolvidas (ALMEIDA, 1995), conhecida como "Gândara". Para sul também domina a planície, fundamentalmente expressa na área estuarina do Mondego e nos terrenos dunares. Estes últimos incluem

(1) A delimitação da REN tem como objectivo primordial a salvaguarda da "estrutura biofísica necessária para que se possa realizar a exploração dos recursos e a utilização do território sem que sejam degradadas determinadas circunstâncias e capacidades de que dependem a estabilidade e a fertilidade das regiões, bem como a permanência de muitos dos seus valores económicos, sociais e culturais".

(2) Até ao início do século XX existiam abundantes ostras, sendo ainda hoje frequente encontrar valvas articuladas, em particular no Braço Sul.

dunas frontais do cordão dunar longilitoral, adjacente a vastos campos de dunas fixas vegetadas que se desenvolvem para sul até à Nazaré (o Pinhal do Rei), com uma largura média de 5 km (BETTENCOURT & ÂNGELO, 1992; ANDRÉ, 1996). A importância paisagística desta região foi já evidenciada por MARTINS (1940), ALMEIDA *et al.* (1990) e REBELO *et al.* (1990), entre outros.

O encaixe fluvial do Plistocénico produziu uma incisão importante que cortou transversalmente resistentes rochas calcárias mesozóicas, junto de Lares-Maiorca e em Montemor-o-Velho. Em consequência da seguinte subida do nível do mar (transgressão flandriana), o Estuário do Mondego constituiu uma alongada reentrância costeira (Ria), só estrangulada localmente.

O sector distal do estuário diferenciou-se em dois braços separados pela Ilha da Morraceira. Esta ilha é constituída por lodos que testemunham originalmente uma planície lodosa intermareal; progressivamente ocupada pela vegetação halófito, foi em tempos históricos aproveitada para pastagens e campos de milho, a partir do século XVI para salinas (ARROTEIA, 1985) e, nas últimas décadas, por instalações de aquacultura.

O Rio Mondego, com uma bacia hidrográfica de 1300 km², apresenta a partir de Coimbra uma planície aluvial (cerca de 15.000 ha) com 4 km de largura máxima. A jusante de Coimbra tem como afluentes o Rio da Foja e as ribeiras de Fornos e Ançã na margem direita, e a Ribeira de Cernache e os rios Ega, Arunca e Pranto na margem esquerda.

Na área analisada afloram rochas calcárias e siliciclásticas (ROCHA *et al.*, 1981), do Jurássico ao Quaternário (Fig. 2). As principais estruturas tectónicas são o anticlinal falhado de Montemor-o-Velho, o arqueado monoclinal associado ao cavalgamento da Serra da Boa Viagem e o anticlinal de Verride. A paisagem, e particularmente o traçado do rio, reflecte os controles estruturais e litológicos; a planície estuarina, ora se alarga, ora se estreita, em função da consistência do substrato rochoso e das estruturas tectónicas associadas. Os materiais geológicos mais resistentes são, essencialmente, calcários do Jurássico Médio-Superior e do Cenomaniano-Turoniano. Rodeando a área estuarina distal, existem depósitos areno-cascalhentos plistocénicos entre a Salmanha e Lares (margem norte) e também na margem sul, nas imediações de Alqueidão (aos 30-40 m de cota) e Lavos (25-40 m) (ALMEIDA *et al.*, 1990). O quadro de correlação espacial e temporal dos depósitos quaternários do Baixo Mondego foi recentemente proposto por SOARES *et al.* (1992).

1.3. Dinâmica sedimentar

O Estuário do Mondego está situado no litoral ocidental de Portugal central, uma região sujeita a um clima temperado de características mediterrâneas, com invernos suaves e chuvosos contrastando com verões secos e quentes. O sector de costa arenosa analisado está sujeito a um severo regime de agitação marítima, em que a ondulação tem altura mais frequente

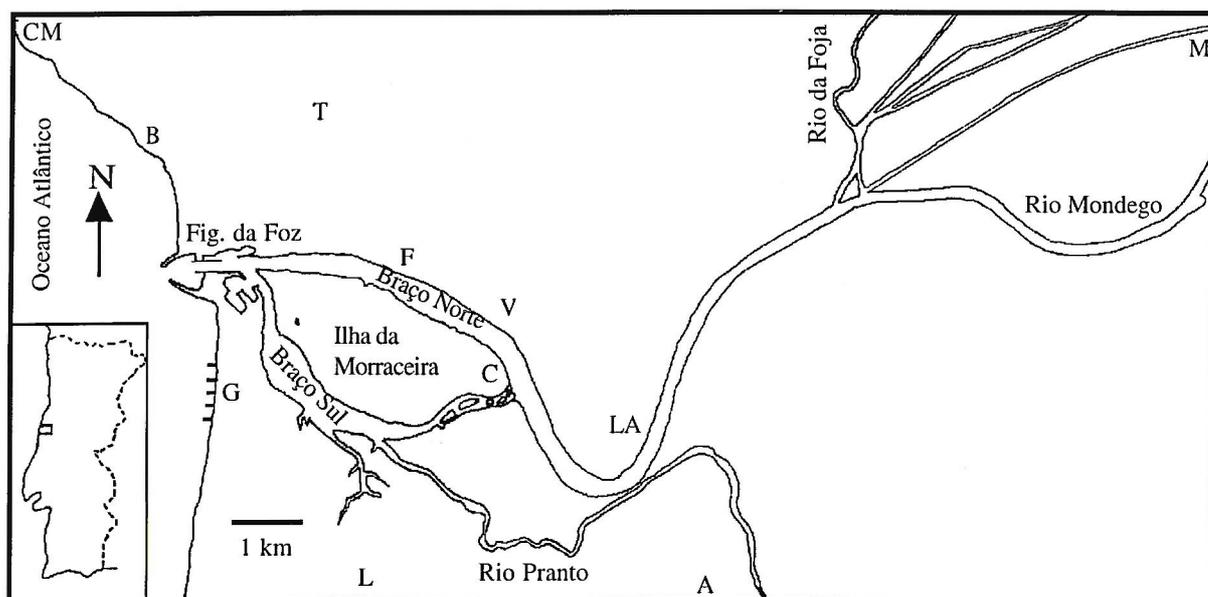


Fig. 1 - Enquadramento geográfico do Estuário do Mondego. Legenda: CM - Cabo Mondego; B - Buarcos; T - Tavarede; F - Fontela; V - Vila Verde; C - Cinco Irmãos; G - Cova/Gala; LA - Lares; L - Lavos; A - Alqueidão; M - Montemor-o-Velho.

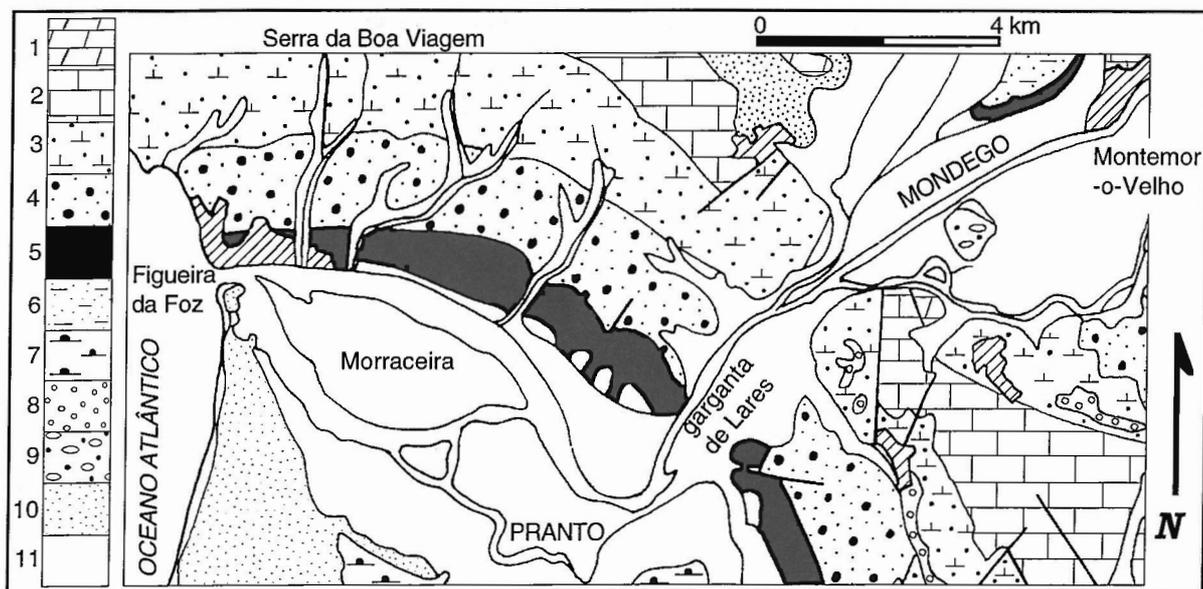


Fig. 2 - Esboço geológico da área estudada, adaptado a partir de Almeida *et al.* (1990).

Legenda: 1 - Camadas de Coimbra; 2 - Margas e calcários margosos de S. Gião e Quiaios + Calcários de Póvoa da Lomba; 3 - Calcários Hidráulicos + Calcários e margas + Arenitos de Boa Viagem; 4 - Arenitos de Carrascal; 5 - Calcários de Costa de Arnes; 6 - Arenitos Finos de Lousões + Grés Grosso Superior + Areias e Argilas de Taveiro; 7 - Formação de Bom Sucesso; 8 - Depósitos de Santa Luzia e Arazede; 9 - Terraços fluviais; 10 - Areias eólicas; 11 - Aluviões, sedimentos estuarinos e faixa de praia.

(45%) da ordem de 1-2m, predominantemente do quadrante NW (CARVALHO & BARCELÓ, 1966). Possui um regime mesomareal, semidiurno e com uma desigualdade ligeira entre as duas marés diárias.

O estuário apresenta um comprimento aproximado de 26 km, desde a foz até Montemor-o-Velho. Junto a Cinco Irmãos bifurca-se em dois braços (norte e sul) que, ao confluírem antes de atingir a foz, individualizam a Ilha da Morraceira (Fig. 1). Os dois braços constituem actualmente subsistemas estuarinos com características hidrodinâmicas e sedimentológicas distintas (REIS & DUARTE, 1990). O Braço Norte (Subsistema Mondego) é mais profundo (8m no máximo) e predominantemente arenoso; tem sido intensivamente dragado para tornar mais funcional o porto da Figueira da Foz. No Braço Sul, de menor profundidade (máximo de 3m), existe um predomínio de areias médias a finas e lodos; recebe reduzido caudal fluvial (maioritariamente do Rio Pranto) e possui hidrodinâmica essencialmente mareal. Dado que o antigo Braço Sul apenas recebe água doce do Mondego nas situações excepcionais de cheias, devido à progressiva colmatção e recentes obras de regularização estuarina, deve ser actualmente considerado um subsistema estuarino independente (Subsistema Pranto).

Em tempos históricos, o assoreamento progressivo do estuário dificultou o acesso aos portos flúvio-marítimos interiores (Coimbra, Montemor, Soure, Santa Eulália e Verride), transferindo-se o movimento

portuário para a foz. A embocadura do Mondego era naturalmente instável e pouco profunda, evidenciando uma progressiva migração para sul por efeito da deriva litoral (ondulação predominante de NW), até nova retoma a norte durante altos caudais de cheia fluvial. Durante o século XIX, para permitir a expansão do movimento portuário, foram feitos alguns esforços para regularizar e fixar a embocadura (LOUREIRO, 1880, 1882, 1904; OLIVEIRA, 1967); a região sofreu pequenas modificações morfológicas.

Até à construção de diversas barragens na bacia hidrográfica do Mondego durante a década de setenta (F. REBELO, 1995), o regime de caudais fluviais, marcadamente estacional e directamente relacionado com o regime de precipitações da bacia de drenagem, chegava a oscilar em Coimbra entre 3700 m³/s (cheia centenária) e 1 m³/s (estiagem). Na actualidade, o regime está regularizado, recebendo a área estuarina (em ano médio) caudais líquidos menores e estabilizados. Em Coimbra, o anterior caudal sólido médio era da ordem dos 7,5 l/s, prevendo o projecto de regularização do Baixo Mondego a passagem para 1,5 l/s (5 vezes inferior à situação prévia) (D.G.R.A.H., s/d; Hidroprojecto, s/d).

O Mondego corre já em canal artificial desde Coimbra até à foz, pois ficou concluído em finais de 1995 o estreitamento (com dragagem) para a regularização dos 4,5 km da zona estuarina de transição (Braço Norte) entre o porto da Figueira da Foz e o restante leito a montante. Antes das obras de

regularização fluvial e estuarina, o Mondego apresentava meandros entre a confluência do Rio da Foja e Montemor-o-Velho (o Rio Velho de Verride), o que seria indicativo de uma significativa influência fluvial no estuário. A intrusão salina atinge actualmente a Estação elevatória da Foja (situada a 15 km a montante da extremidade ocidental dos molhes exteriores do porto), onde foram registadas salinidades de 7‰, em situação de preia-mar viva estival (CUNHA *et al.*, 1996). A variação de nível por influência da maré estende-se até Montemor-o-Velho.

O equilíbrio dinâmico de uma costa arenosa extensa e sujeita a um severo regime de agitação marítima é precário. A área adjacente à embocadura caracteriza-se por uma faixa de praia essencialmente constituída por areia média a grosseira, sendo abastecida por uma deriva litoral, cujo saldo sedimentar dirigido para sul foi estimado como sendo da ordem de 10^6 m³ em ano médio, reflexo da ondulação predominante de noroeste (ABECASIS *et al.*, 1962). Segundo VICENTE (1990), no período que geralmente decorre entre Maio e Outubro o transporte é menos intenso, mas faz-se persistentemente para sul, enquanto que nos outros meses ocorrem transportes muito importantes em ambos os sentidos, que podem originar uma pequena resultante para norte. Os movimentos de areia perpendicularmente à costa, associados à variação sazonal das características da agitação, são também muito intensos, mas não se encontram suficientemente quantificados.

A construção dos molhes exteriores do porto (concluídos em 1965), com 900m de comprimento e convergentes, interrompeu a deriva litoral, criando grande acumulação arenosa a norte e provocando o recuo da linha de costa a sul. Contudo, mesmo após a saturação da capacidade de retenção do molhe norte, a deriva sedimentar para sul nunca retomou os volumes anteriores, devido à contínua extracção de areia na praia e na barra, bem como às regulares dragagens da área portuária. A situação actual permite a entrada durante a enchente de areias marinhas na barra, progredindo ao longo da margem sul do canal de acesso e penetrando no Braço Sul, situação já referida por SANTOS *et al.* (1991) e mais recentemente documentada por CUNHA *et al.* (1996). Como já concretizado em casos similares, a transferência artificial para sul dos sedimentos retirados nas operações de manutenção da navegabilidade do porto, permitiria minimizar a erosão costeira. Na embocadura e áreas adjacentes, conjuga-se a acção geral da agitação marítima com o efeito das correntes geradas pela deslocação da onda de maré nos canais estuarinos, tendo os campos de correntes configurações diferentes na vazante e na enchente.

A evolução holocénica e histórica do estuário foi já abordada em vários trabalhos, nomeadamente os

de LOUREIRO (1882), DUARTE & REIS (1992) e CUNHA & DINIS (1995).

1.4. Metodologia

No seguimento de abordagem anterior (CUNHA *et al.*, 1995), foi feito o estudo de sucessivas coberturas de fotografia aérea vertical, efectuando a caracterização fisiográfica sintética e identificando as principais estruturas antrópicas, complementado com análise de bibliografia e de levantamentos topográficos. Foram estudadas coberturas relativas a voos efectuados em 1947 (R.A.F. - 1:35.398, p/b), 1958 (U.S.A.F. - 1:27.800, p/b), 1977 (F.A.P. - 1:30.000, p/b), 1979 (1:32.200, p/b), 1982 (F.A.P. - 1:16.000, p/b), 1990 (1:16.000, falsa cor), 1991 (1:8.800, cor; só linha de costa) e 1995 (1:8.000, p/b).

Para permitir a comparação com a situação actual e detalhar as características do terreno, foi efectuado um periódico registo fotográfico e vídeo dos locais com rápida evolução topográfica. Foram também executadas fotografias aéreas oblíquas do Baixo Mondego, desde Coimbra até à foz, compreendendo ainda a zona de linha de costa adjacente (da Murtinheira até à Costa de Lavos). Maior ênfase e detalhe foram dados à zona estuarina a jusante da estação elevatória da Foja. Os reconhecimentos aéreos foram efectuados em 1994 e 1995, abrangendo situações de maré viva (baixa e alta), obtendo-se fotos a baixa altitude (cerca de 150 a 300 m) e panorâmicas (até 1500 m de altitude). Os dados contribuíram para:

- caracterização fisiográfica geral e avaliação das suas variações espaço-temporais;
- registo das actividades e intervenções antrópicas;
- análise da evolução da linha de costa e caracterização da faixa costeira;
- aferição de padrões hidrodinâmicos no estuário e litoral;
- identificação de movimentações de materiais sólidos em suspensão;
- localização de meso e macromorfologias de fundo, nos canais;
- caracterização e delimitação dos sub-ambientes sedimentares;

Os resultados foram sintetizados pela execução de mapas de caracterização fisiográfica e de uso, elaborados a partir das coberturas de 1958, 1977, 1982 e 1990 (Figs. 3, 4, 5, 6 e 7). Embora correspondendo a um intervalo de 11 anos, não se executou cartografia a partir da cobertura de 1947 pois as diferenças relativamente às de 1958 são quase inexistentes: construção da estrada Leiria-Aveiro, ligeira alteração morfológica das barras arenosas do Mondego e desflorestação de uma pequena mancha próxima de

Lavos. Através de planímetro digital, a área ocupada por cada unidade foi quantificada, sendo apresentados os resultados sob a forma de proporções da área total estudada (Fig. 8).

Refira-se que na área estuarina e faixa de praia, os erros analíticos resultantes das distorções das próprias fotografias se adicionam aos resultantes das oscilações de maré, que atingem amplitudes de 3,6m (viva equinocial) a 0,8m (morta), com amplitudes médias de cerca de 2 m.

Foi efectuada uma avaliação quantitativa da variação da posição da linha de costa adjacente à embocadura (Figs. 9 a 11; Tabs. I e II), em que se obtiveram valores similares e complementares aos obtidos com idêntica metodologia por outros autores (DUARTE & REIS, 1992 - voos de 1958, 1973, 1977, 1978, 1989; BETTENCOURT & ÂNGELO, 1992 - voos de 1947, 1954, 1958, 1973, 1978, 1984/5, 1990). Para o sector a sul dos molhes efectuaram-se também medições das sucessivas posições do limite entre a praia e o cordão dunar longilitoral (Fig. 12; Tab. III), por sua vez contrastadas com a variação da linha de costa. As taxas de variação obtidas por análise de foto-aéreas foram comparadas com as obtidas pela execução periódica (desde o Verão de 1961 a Junho

de 1975) de perfis topográficos de praia-cordão dunar no sector sul (CASTANHO & SIMÕES, 1978), e idênticos levantamentos realizados de 1958 a 1983 no sector norte (VICENTE & PEREIRA, 1986; VICENTE, 1990).

2. Síntese dos resultados

2.1. Área estuarina

O concelho da Figueira da Foz tem estado intimamente ligado ao troço distal do Rio Mondego, principalmente nas actividades económicas e no povoamento, e este constitui um valioso património natural que pode ser um atractivo para o desenvolvimento de um turismo sustentado por actividades que possam ser complementares ao turismo balnear. Apesar das pronunciadas obras de regularização, que apenas não atingiram fortemente o Braço Sul, o Rio Mondego continua, no seu sector terminal, a desempenhar um importante papel para os ecossistemas estuarinos e marinhos. Assim, a Ilha da Morraceira mereceu já, no âmbito do Plano Director Municipal, especial atenção para que eventuais alterações de

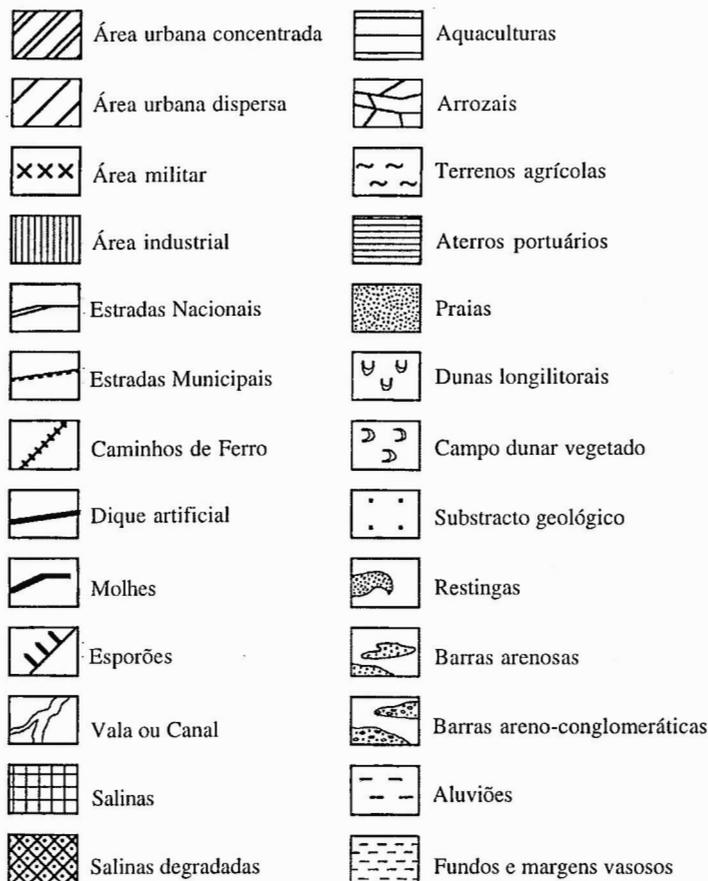


Fig. 3 - Legenda dos mapas de caracterização fisiográfica e de utilização humana, na região envolvente à área estuarina do Rio Mondego.

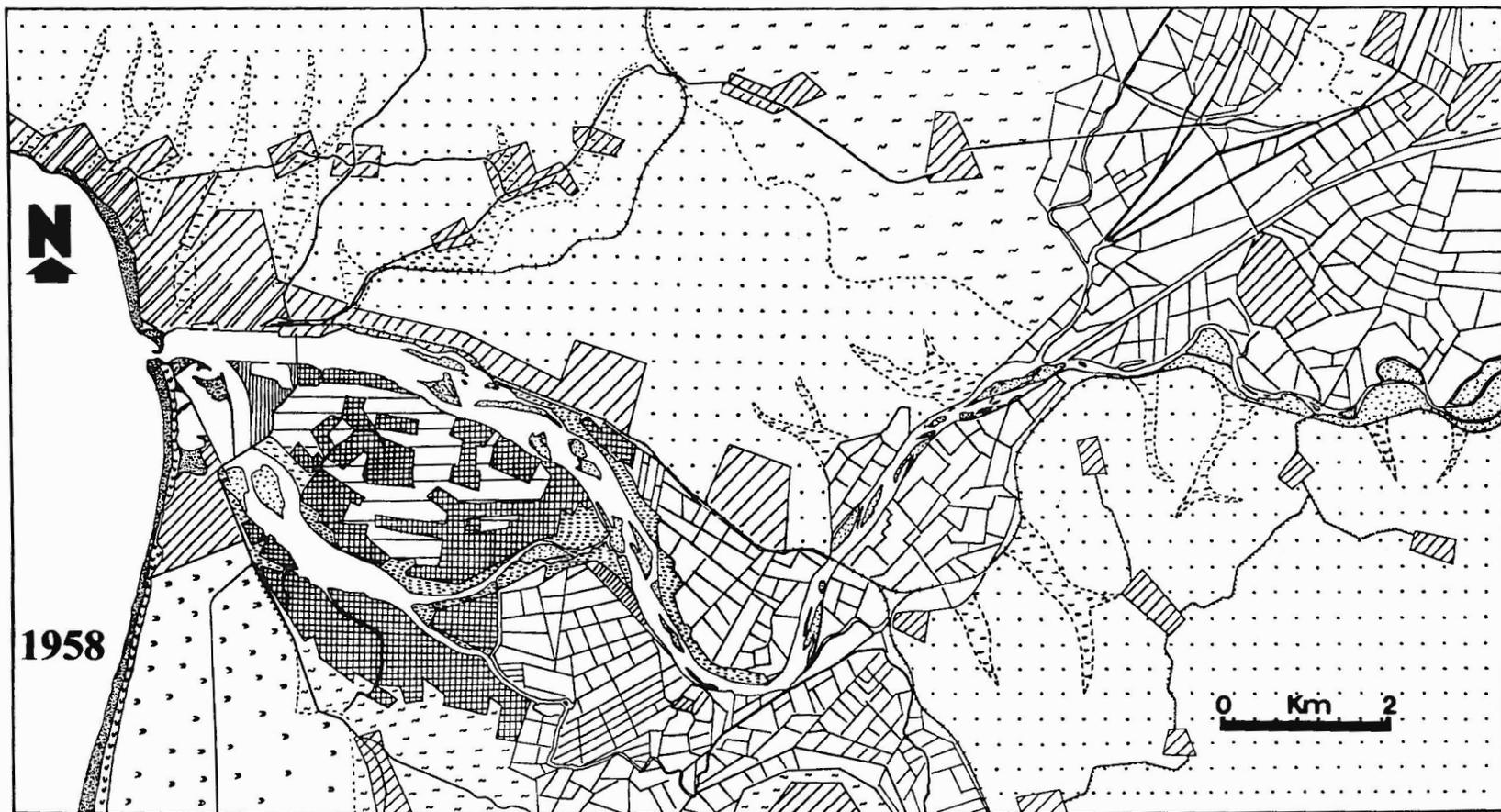


Fig. 4 - Mapa de caracterização fisiográfica e de utilização humana, na região envolvente à área estuarina do Rio Mondego, a partir da cobertura de 1958.

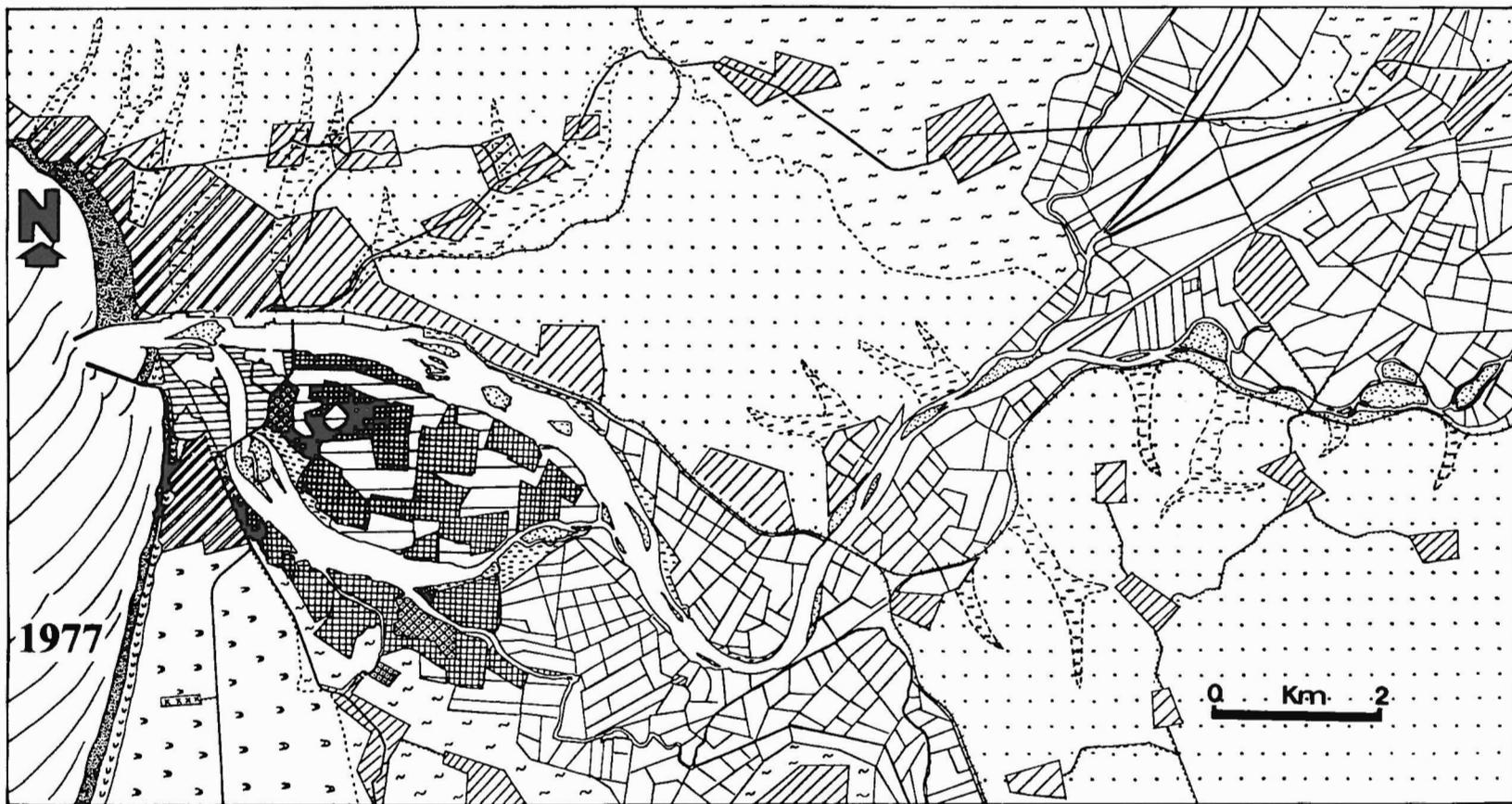


Fig. 5 - Mapa de caracterização fisiográfica e de utilização humana, na região envolvente à área estuarina do Rio Mondego, a partir da cobertura de 1977.

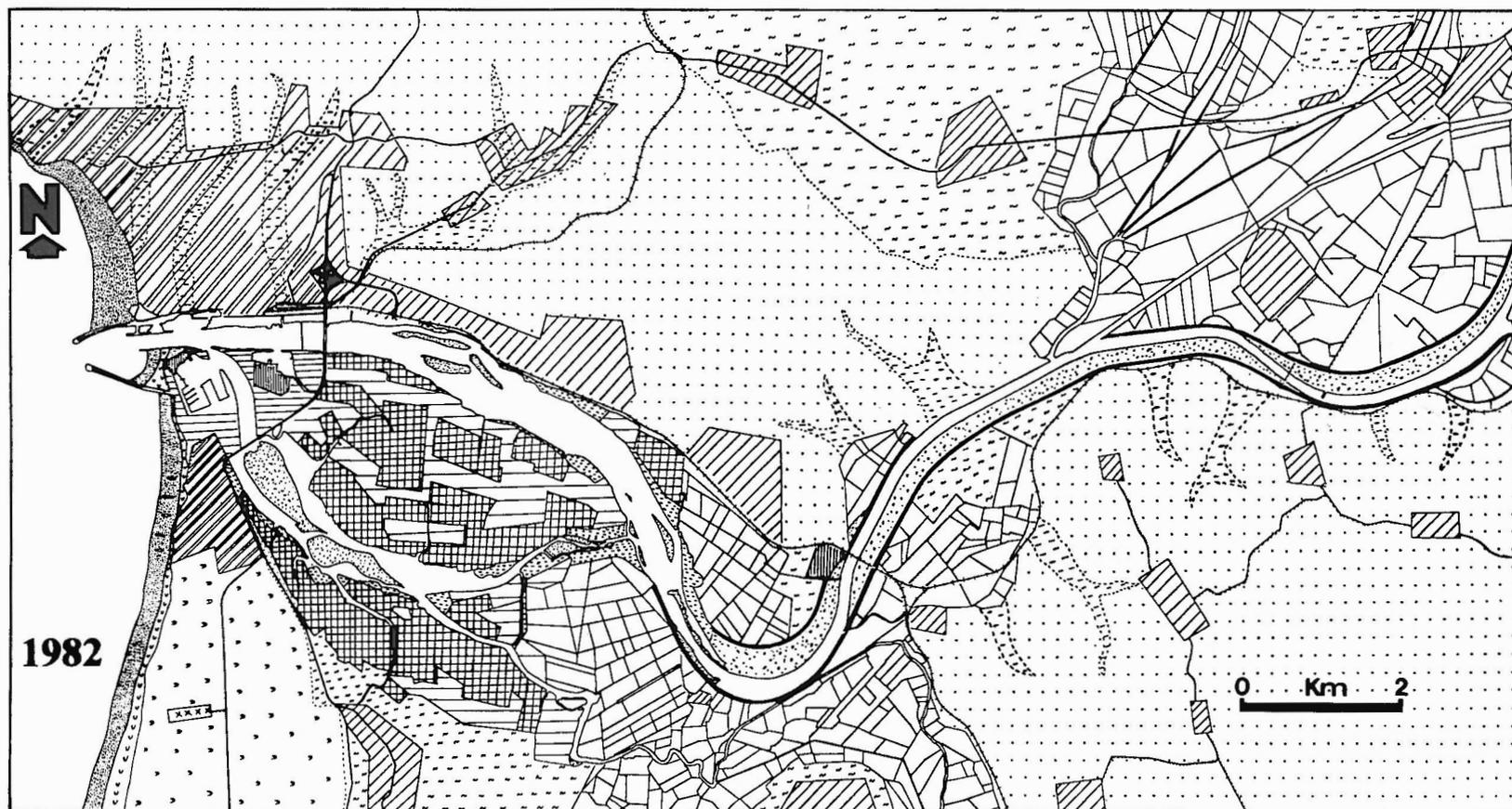


Fig. 6 - Mapa de caracterização fisiográfica e de utilização humana, na região envolvente à área estuarina do Rio Mondego, a partir da cobertura de 1982.



Fig. 7 - Mapa de caracterização fisiográfica e de utilização humana, na região envolvente à área estuarina do Rio Mondego, a partir da cobertura de 1990.

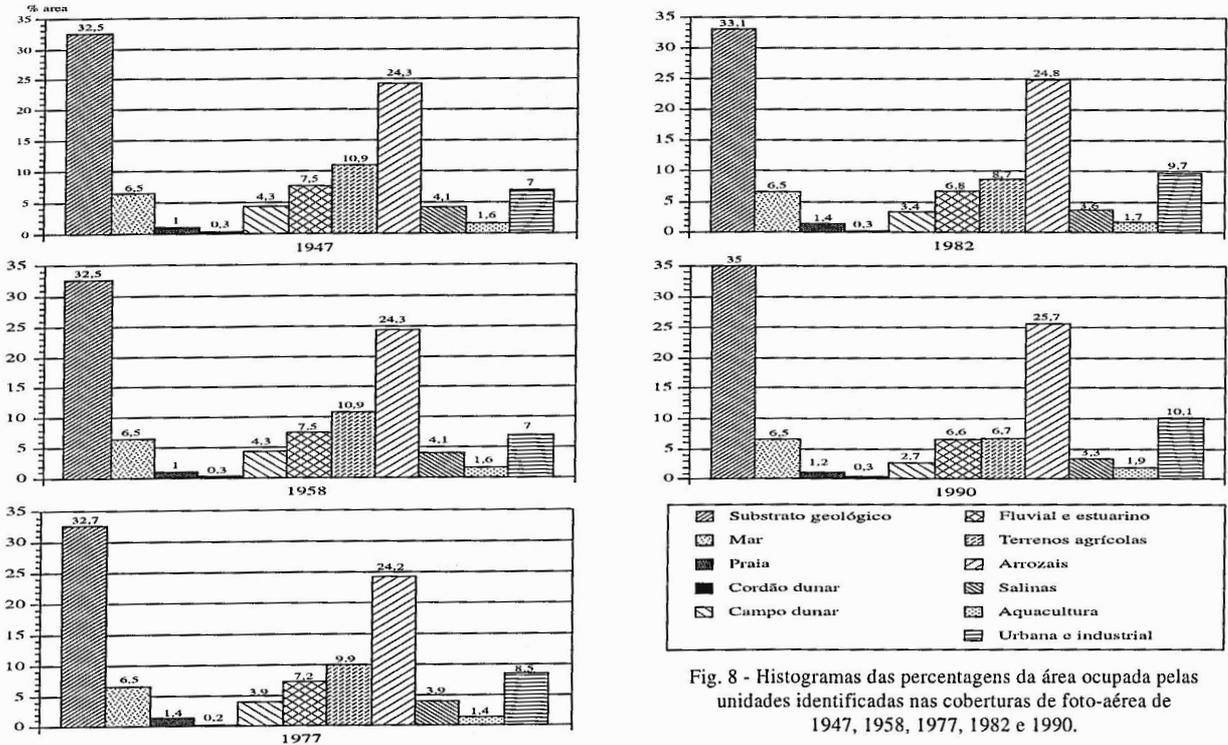


Fig. 8 - Histogramas das percentagens da área ocupada pelas unidades identificadas nas coberturas de foto-aérea de 1947, 1958, 1977, 1982 e 1990.

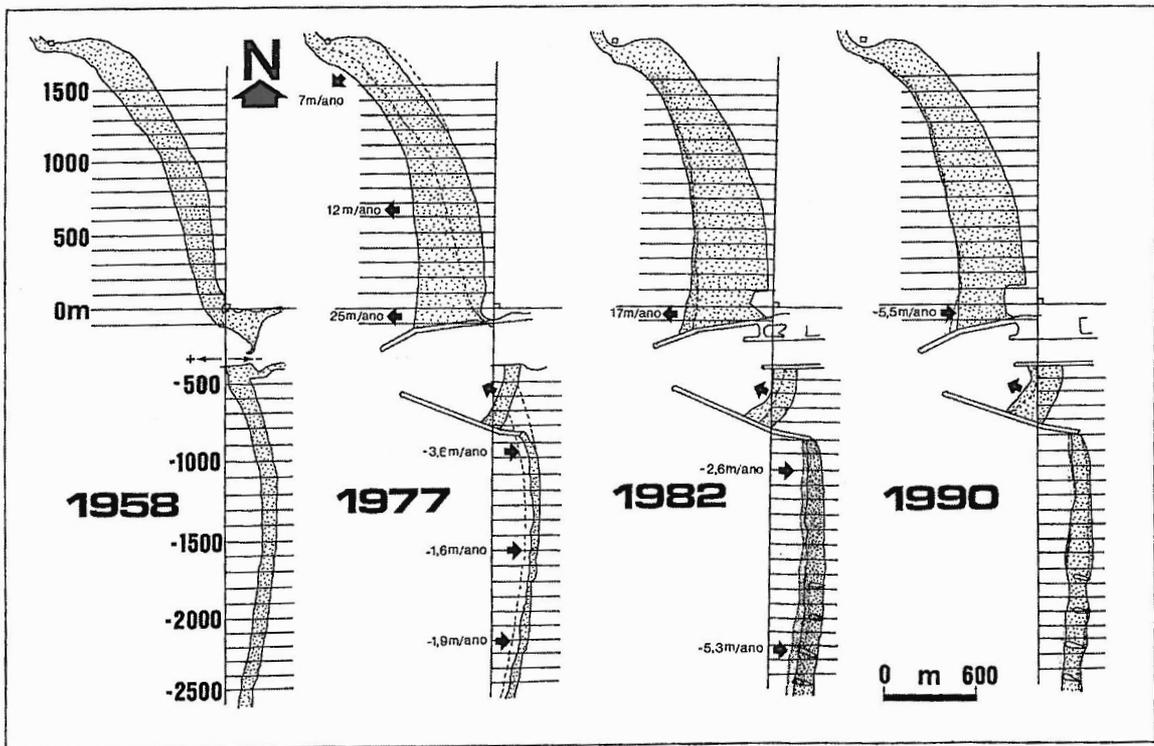


Fig. 9 - Evolução da faixa de praia adjacente à embocadura do Rio Mondego (entre Buarcos e Cova-Gala), de 1958 a 1990. Localizam-se os perfis transversais de praia, notados pelas distâncias em metros (m) a partir do sistema de eixos de referência com origem no Forte de Santa Catarina. A tracejado indica-se a posição dos limites da praia na cobertura anterior, sendo também apresentadas as taxas anuais de variação da linha de costa mais significativas.

PERFIL (m)	1958	1977	1982	1990	Varição	Taxa	Varição	Taxa	Varição	Taxa	Varição	Taxa
					58-77 (m)	anual 58-77	77-82 (m)	anual 77-82	82-90 (m)	anual 82-90	58-90 (m)	anual 58-90
1500	633	798	850	872	165	8,7	52	10,4	22	2,8	239	7,5
1400	578	711	752	771	133	7,0	41	8,2	19	2,4	193	6,0
1300	495	660	664	672	165	8,7	4	0,8	8	1,0	177	5,5
1200	448	612	635	646	164	8,6	23	4,6	11	1,4	198	6,2
1100	391	572	601	611	181	9,5	29	5,8	10	1,3	220	6,9
1000	371	559	586	599	188	9,9	27	5,4	13	1,6	228	7,1
900	352	554	570	585	202	10,6	16	3,2	15	1,9	233	7,3
800	330	538	557	573	208	10,9	19	3,8	16	2,0	243	7,6
700	308	532	547	555	224	11,8	15	3	8	1,0	247	7,7
600	275	532	532	533	257	13,5	0	0	1	0,1	258	8,1
500	242	511	527	529	269	14,2	16	3,2	2	0,3	287	9,0
400	223	500	521	525	277	14,6	21	4,2	4	0,5	302	9,4
300	220	506	517	525	286	15,1	11	2,2	8	1,0	305	9,5
200	179	492	521	521	313	16,5	29	5,8	0	0,0	342	10,7
100	151	479	524	538	328	17,3	45	9	14	1,8	387	12,1
0	110	500	577	542	390	20,5	77	15,4	-35	-4,4	432	13,5
-100	28	506	592	548	478	25,2	86	17,2	-44	-5,5	520	16,3
<i>somatório</i>					4228		511		72		4811	
Varição média do sector					248,7		30,1		4,2		325	
Taxa anual de variação do sector						13,1		6,0		0,5		10

Tabela I - Distâncias em metros entre o eixo de referência norte-sul e a linha de costa, para os perfis transversais de praia a norte dos molhes, bem como as respectivas variações absolutas e médias anuais, para cada intervalo temporal.

PERFIL (m)	1958	1977	1982	1990	Varição	Taxa	Varição	Taxa	Varição	Taxa	Varição	Taxa
					58-77 (m)	anual 58-77	77-82 (m)	anual 77-82	82-90 (m)	anual 82-90	58-90 (m)	anual 58-90
-900	-165	-234	-248	-255	-69	-3,6	-14	-2,8	-7	-0,9	-90	-2,8
-1000	-198	-261	-272	-280	-63	-3,3	-11	-2,2	-8	-1,0	-82	-2,6
-1100	-193	-261	-274	-280	-68	-3,6	-13	-2,6	-6	-0,8	-87	-2,7
-1200	-220	-266	-277	-280	-46	-2,4	-11	-2,2	-3	-0,4	-60	-1,9
-1300	-234	-261	-277	-281	-27	-1,4	-16	-3,2	-4	-0,5	-47	-1,5
-1400	-228	-279	-284	-286	-51	-2,7	-5	-1,0	-2	-0,3	-58	-1,8
-1500	-234	-266	-281	-280	-32	-1,7	-15	-3,0	1	0,1	-46	-1,4
-1600	-242	-271	-277	-274	-29	-1,5	-6	-1,2	3	0,4	-32	-1,0
-1700	-242	-271	-281	-276	-29	-1,5	-10	-2,0	5	0,6	-34	-1,1
-1800	-242	-269	-277	-276	-27	-1,4	-8	-1,6	1	0,1	-34	-1,1
-1900	-206	-261	-274	-278	-55	-2,9	-13	-2,6	-4	-0,5	-72	-2,3
-2000	-198	-248	-268	-265	-50	-2,6	-20	-4,0	3	0,4	-67	-2,1
-2100	-193	-213	-251	-256	-20	-1,1	-38	-7,6	-5	-0,6	-63	-2,0
-2200	-171	-208	-236	-228	-37	-1,9	-28	-5,6	8	1,0	-57	-1,8
-2300	-160	-197	-224	-225	-37	-1,9	-27	-5,4	-1	-0,1	-65	-2,0
-2400	-143	-192	-218	-214	-49	-2,6	-26	-5,2	4	0,5	-71	-2,2
-2500	-138	-160	-201	-206	-22	-1,2	-41	-8,2	-5	-0,6	-68	-2,1
<i>somatório</i>					-711		-302		-20		-1033	
Varição média do sector					-41,8		-17,8		-1,2		-60,8	
Taxa anual de variação do sector						-2,2		-3,6		-0,1		-1,9

Tabela II - Distâncias em metros entre o eixo de referência norte-sul e a linha de costa, para perfis transversais de praia a sul dos molhes, bem como as respectivas variações absolutas e médias anuais, para cada intervalo temporal.

PERFIL (m)	1958	1977	1982	1990	Variação 58-77 (m)	Taxa anual 58-77	Variação 77-82 (m)	Taxa anual 77-82	Variação 82-90 (m)	Taxa anual 82-90	Variação 58-90 (m)	Taxa anual 58-90
-900	-334	-293	-304	-304	41	2,2	-11	-2,2	0	0,0	30	0,9
-1000	-343	-362	-364	-364	-19	-1,0	-2	-0,4	0	0,0	-21	-0,7
-1100	-354	-373	-376	-376	-19	-1,0	-3	-0,6	0	0,0	-22	-0,7
-1200	-362	-370	-379	-379	-8	-0,4	-9	-1,8	0	0,0	-17	-0,5
-1300	-357	-370	-372	-372	-13	-0,7	-2	-0,4	0	0,0	-15	-0,5
-1400	-362	-376	-376	-376	-14	-0,7	0	0	0	0,0	-14	-0,4
-1500	-354	-370	-388	-388	-16	-0,8	-18	-3,6	0	0,0	-34	-1,1
-1600	-343	-365	-399	-394	-22	-1,2	-34	-6,8	5	0,6	-51	-1,6
-1700	-334	-354	-395	-390	-20	-1,1	-41	-8,2	5	0,6	-56	-1,8
-1800	-320	-354	-388	-388	-34	-1,8	-34	-6,8	0	0,0	-68	-2,1
-1900	-306	-334	-334	-334	-28	-1,5	0	0	0	0,0	-28	-0,9
-2000	-301	-334	-332	-332	-33	-1,7	2	0,4	0	0,0	-31	-1,0
-2100	-270	-320	-340	-340	-50	-2,6	-20	-4	0	0,0	-70	-2,2
-2200	-251	-304	-327	-327	-53	-2,8	-23	-4,6	0	0,0	-76	-2,4
-2300	-229	-293	-308	-308	-64	-3,4	-15	-3	0	0,0	-79	-2,5
-2400	-215	-270	-268	-268	-55	-2,9	2	0,4	0	0,0	-53	-1,7
-2500	-195	-261	-252	-252	-66	-3,5	9	1,8	0	0,0	-57	-1,8
<i>somatório</i>					-473		-199		10		-662	
Variação média do sector					-27,8		-11,7		0,6		-38,9	
Taxa anual de variação do sector						-1,5		-2,3		0,1		-1,2

Tabela III - Distâncias em metros entre o eixo de referência e o limite superior da praia, para o sector a sul dos molhes, bem como as respectivas variações absolutas e médias anuais, para cada intervalo temporal.

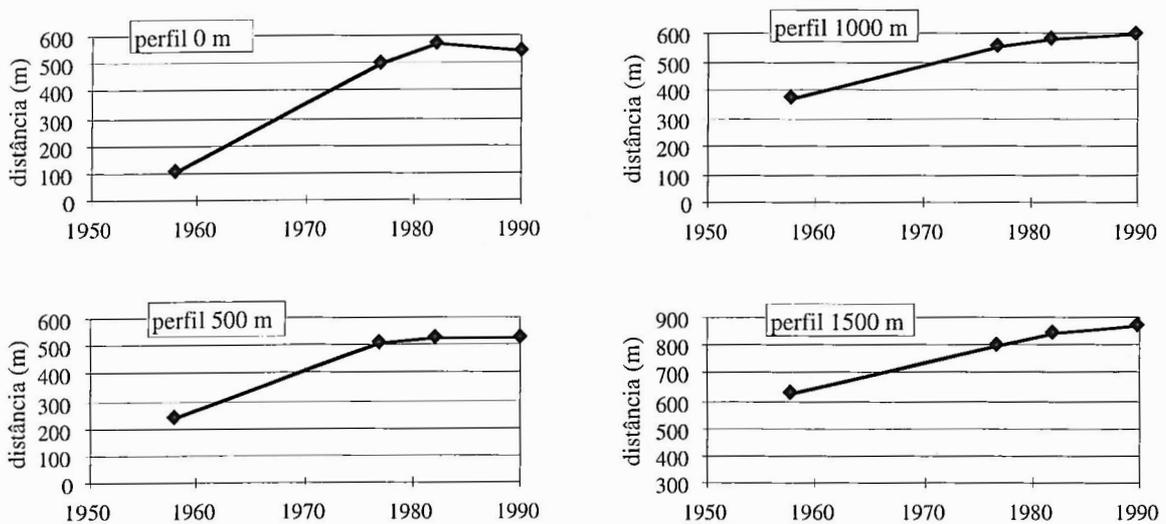


Fig. 10 - Gráficos de variação da distância entre o eixo de referência e a linha de costa (perfis transversais 1500, 1000, 500 e 0 m), na faixa de praia a norte dos molhes (valores crescentes indicam acreção).

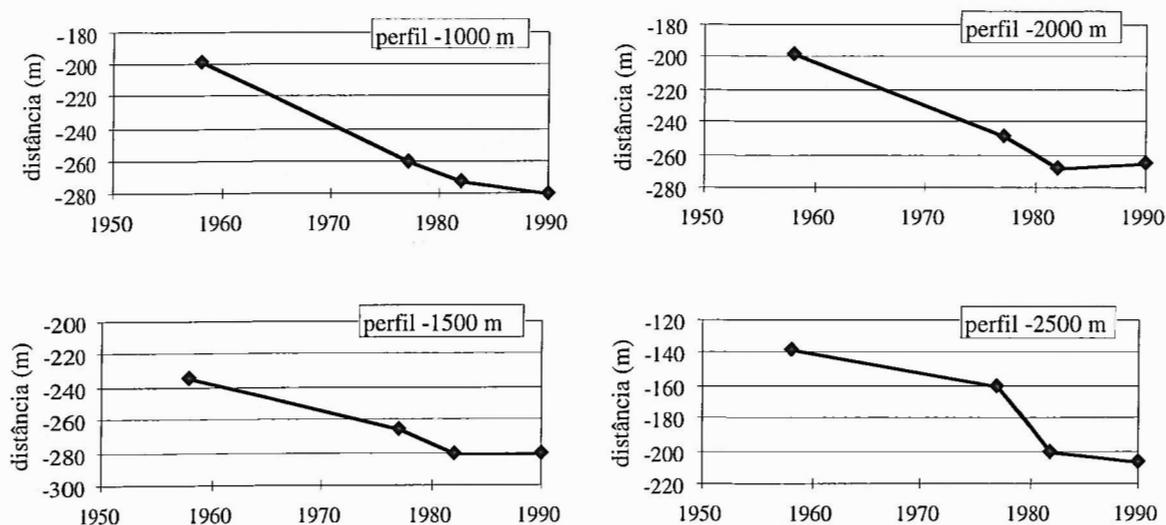


Fig. 11 - Gráficos de variação da distância entre o eixo de referência e a linha de costa (perfis transversais -1000, -1500, -2000 e -2500 m), na faixa de praia a sul dos molhes.

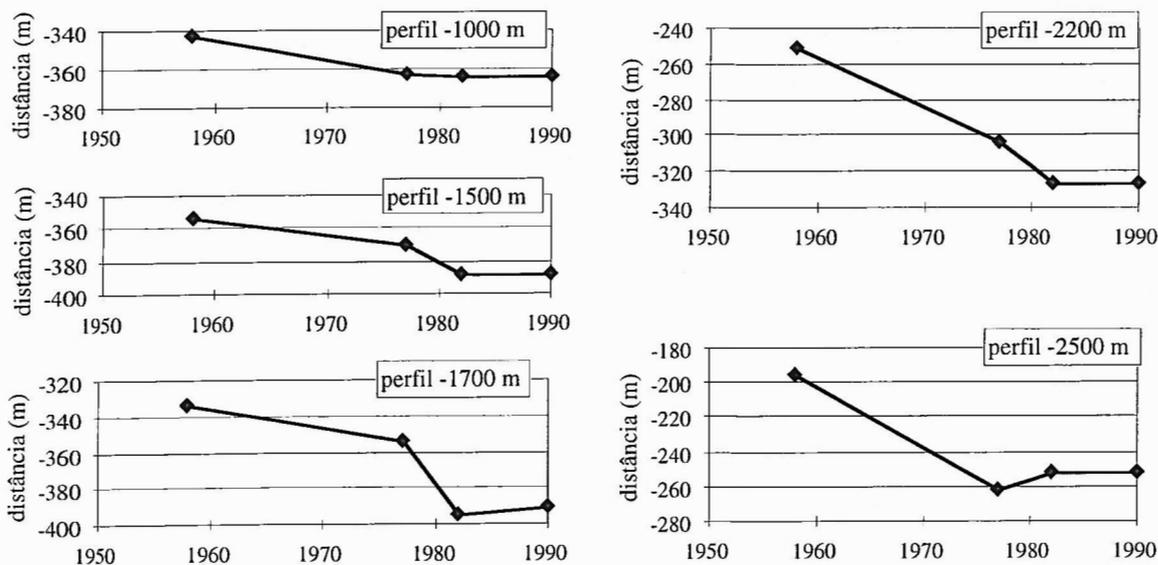


Fig. 12 - Gráficos de variação da distância entre o eixo de referência e o limite superior da praia (perfis transversais -1000, -1500, -1700, -2200 e -2500 m), na faixa de praia a sul dos molhes.

usos não provoquem desequilíbrios ambientais. A manutenção e o aproveitamento das múltiplas potencialidades passa pelo evitar da degradação das condições ambientais, o que também se prende com o controle e minimização da poluição. A este respeito é necessário ter em conta os efeitos perniciosos do despejo directo no estuário de esgotos urbanos e industriais da Figueira da Foz.

Na área analisada, em 1947, o Estuário do Mondego já se encontrava em grande parte colmatado. Trata-se de um estuário que se adaptou a um prévio vale

fluvial de tipo meandro encaixado. Em 1947 e 1958, o troço estuarino do Mondego, ainda não delimitado artificialmente, possuía um traçado meandriforme até à confluência com o Rio da Foja, apresentando-se entrançado e menos sinuoso para jusante. O Braço Norte correspondia a um sector onde ocorria grande transporte e deposição de areias. São visíveis barras mareais dominadas pelo refluxo no Braço Norte, principalmente da Fontela aos Cinco Irmãos (Estampa I); para montante, identificam-se barras fluviais de tipo longitudinal e lateral. A comunicação



Estampa I - Reprodução parcial, com montagem de três fotografias aéreas verticais do voo da R.A.F. de 1947 (escala original 1/35.398), em situação de baixa-mar, da área estuarina do Mondego (ver Fig. 1 para localização).

entre os dois braços na bifurcação (Cinco Irmãos), se bem que já diminuta, ocorria mesmo em baixa-mar. Por efeito da obra de regularização no sector distal do Braço Sul, o delta de fluxo de maré situado imediatamente a montante da ponte da Gala evidencia notório alastramento sobre o sapal (para sul). A Ilha da Morradeira estava ocupada essencialmente por salinas e pisciculturas tradicionais, de pequena dimensão. Nesta situação, em que a embocadura estava apenas fixa a sul, os volumes de areia envolvida no transporte litoral tendiam ao seu fecho. Da acção conjugada das ondas e das correntes de vazante resultava um delta de refluxo, influenciado pela ondulação. Em 1958, nota-se que o pequeno delta de fluxo da embocadura progrediu para NW.

Na fotografia de 1977, após a construção dos molhes exteriores (em 1965), das estruturas portuárias e do emparedamento da margem norte junto à Figueira da Foz, foi eliminada a restinga na embocadura e desapareceu o delta de fluxo. A área envolvente do Porto de Pesca e da Doca dos Bacalhoeiros, até à ponte da Gala, estava em fase de aterro. Na confluência dos dois braços é visível uma barra cuja morfologia sugere forte relação com a dinâmica de maré e junto à margem esquerda do canal criou-se uma zona de sombra com acumulação; os sedimentos poderão ter resultado em parte de mobilização em refluxo de aterro da área do Porto de Pesca. O delta de fluxo da Gala evidencia crescimento para sul da mancha arenosa e do sapal. No Braço Norte, no sector da Fontela-Cinco Irmãos, as barras de maré aparecem maiores e deslocadas para jusante; no sector Cinco Irmãos-Foja, relativamente à cobertura de 1958, são poucas as modificações nas barras maiores mas existem umas novas mais para jusante (junto do meandro).

Em 1982, a barra arenosa que se desloca na confluência dos dois braços, já não existe e ocorreram dragagens na marina. Junto à Figueira da Foz, na margem norte, decorriam vastos aterros para reduzir a secção do canal; já estava praticamente regularizado o curso do Mondego de montante até à bifurcação dos dois braços. As modificações mais significativas processaram-se entre a confluência da Foja e Montemor, materializadas pela instalação de canal regularizado, criando vários meandros do Rio Velho e formando o leito central do Mondego.

Na cobertura de 1990, constata-se que o emparedamento da margem norte até próximo de Vila Verde estava concluído. No troço do rio já regularizado não eram visíveis as barras arenosas. Nesta cobertura, realizada durante maré particularmente baixa, estão expostas largas áreas lodosas do Braço Sul. A cobertura de 1991 permite evidenciar a continuação do crescimento do delta da Gala, por adição de lóbulos sucessivos na parte sul e alastramento do sapal na cabeceira do delta e na margem norte anexa.

Desde 1982, na parte do estuário afecta ao Porto Comercial, a quase inexistência de barras arenosas emersas, em consequência das dragagens e da diminuição do caudal sólido fluvial, indicia significativa melhoria nas condições de navegabilidade. Quer no Braço Norte, quer no Braço Sul nota-se uma significativa variação da posição e tamanho das barras emersas, com tendência para diminuir.

A largura actual do canal de acesso ao porto (Estampa II-A), que foi limitada por paredes verticais e enrocamento, é de 170 m. A montante da ponte da Figueira da Foz, o Braço Norte alarga-se consideravelmente até à antiga bifurcação com o Braço Sul; este troço estuarino foi recentemente regularizado (conclusão em 1995), com dragagem do leito e aterro das margens. A montante desta área (Estampa II-B), o canal regularizado do Mondego é a unidade morfossedimentar e dinâmica quase exclusiva, excepto para situações próximas da cheia centenária. O escavamento e a regularização do canal estuarino do Mondego tem como impactes a progressão para montante da salinidade e dos sectores estuarinos intermédio e fluvial, bem documentado em outros estuários (OTTMANN, 1989).

A hidrodinâmica e a resultante distribuição de distintos tipos de sedimentos no Mondego e na área litoral adjacente são factores condicionantes da ecologia regional e, conseqüentemente, da riqueza de fauna e flora (enorme na região do estuário).

A qualidade das águas é um óbvio determinante biológico, mas também sedimentológico, em particular para a floculação e sedimentação de materiais argilosos. Recentemente assiste-se a um significativo incremento da poluição química, física e orgânica, devido ao rápido alargamento do perímetro urbano e intensificação das actividades industriais, com o conseqüente aumento do débito dos seus efluentes para o estuário e zona costeira adjacente. Note-se que, tratando-se de uma importante estância balnear, ocorre um aumento muito significativo da população coincidindo justamente com situações de menor hidrodinâmica costeira, fluvial e estuarina. A contaminação por pesticidas e fertilizantes das actividades agrícolas persiste, com uma área de influência correspondente à bacia de drenagem, mas com especial incidência no Baixo Mondego, onde actividades como a orizicultura são intensas. As actividades piscatórias ocasionam a introdução de quantitativos elevados de matéria orgânica, em particular a partir do porto de pesca, que em situação de subida de maré são introduzidos no Braço Sul. O tráfego de embarcações de pesca, comerciais (quase 400 em 1986, cerca de 250 em 1993) e de recreio, estes com tendência para aumentar substancialmente o seu número, polui com hidrocarbonetos e outros efluentes.

As recentes obras no porto comercial, que incluem a construção do terminal de granéis sólidos e futuras



Estampa II - Fotos aéreas oblíquas em situação de preia-mar viva (12/8/1995).

A - Panorâmica para sudeste, à vertical do Cabo Mondego (1 - linha de costa a sul dos molhes do porto, muito recuada; 2 - linha de costa a norte dos molhes, com grande largura da praia; 3 - local de extracção de areias; 4 - faixa de praia a norte de Buarcos, com prisma arenoso ainda preservado; 5 - vale do Rio Pranto).



B - Vista para oeste, à vertical da garganta de Lares (1 - salina industrial; 2 - marinhas de sal e aquaculturas na Ilha da Morraceira; 3 - canal estuarino do Mondego em regularização; 4 - canal regularizado do Mondego; 5 - comunicação do Braço Sul, a montante, muito reduzida mesmo nestas condições de nível de maré excepcionalmente alto; 6 - arrozais).

dragagens do canal de acesso (para passar de 4,5 m a 7 m de profundidade em baixa-mar), inserem-se numa estratégia de ampliação com extensão no sentido de Vila Verde, que prevê uma retaguarda de apoio constituída por uma zona industrial e de ampliados acessos rodoviários e ferroviários; estes importantes investimentos pressupõem uma futura maior projecção portuária e o alargamento da sua área de influência (“hinterland”).

2.2. Faixa de praia a norte da embocadura

As coberturas de foto-aérea de 1947 e de 1958 evidenciam uma faixa de praia com largura mais ou menos regular, formando-se uma pequena restinga na margem norte da embocadura do Mondego; em 1958, a margem sul da embocadura possuía uma estrutura estabilizadora. No período subsequente à construção dos molhes, na primeira metade da década de sessenta, esta faixa sofreu grandes modificações (Fig.9 e Tab.I).

No sector a norte dos molhes, entre 1958 e 1977, estimou-se que linha de praia avançou a 7 m/ano junto a Buarcos, mas mais rapidamente para sul, com o valor máximo de 478m junto ao molhe exterior norte (25 m/ano). Saliente-se que a variação significativa só ocorreu a partir de 1965 (conclusão dos molhes); a variação anual detalhada para este sector encontra-se expressa em VICENTE (1990). Note-se que a perda da denominada “praia de banhos da Figueira da Foz” causou significativa quebra no afluxo estival de turistas, com importantes reflexos sócio-económicos.

No período de 1977 a 1982, o avanço foi mais lento; apresentou o valor médio de 4 m/ano, ainda com a taxa máxima de 17 m/ano junto ao molhe norte.

De 1982 a 1990, documenta-se uma estabilização generalizada da faixa de praia, excepto junto do molhe norte em que se documentou um recuo de 44 m, correspondente a 5,5 m/ano. A inversão da tendência de assoreamento, que atingiu um máximo em 1980, deve-se à intensa exploração de areia da praia neste local (em média, cerca de 400.000 m³/ano de 1989 a 1995) iniciada em 1982, também responsável por um rebaixamento do perfil topográfico de praia. Durante temporais, com enérgica ondulação do quadrante SW, esta depressão topográfica propaga-se para norte sob a forma de uma berma de praia erosiva. Relacionada com este quadro estará a destruição, referida por NOIVO (1994), a partir de Dezembro de 1993, de um restaurante (apoio de praia) próximo, que tinha sido instalado em finais da década de 80 a cerca de 150 m da linha de preia-mar. Situação idêntica foi por nós documentada durante o temporal de Fevereiro de

1996, com danos noutros apoios de praia e incursão do mar até à torre do relógio, junto ao molhe norte, à semelhança do que se passou na sequência dos temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 (F. REBELO, 1978). Até finais de 1996 têm-se verificado um progressivo abaixamento da cota da área concessionada e a continuação do recuo com propagação para norte da berma erosiva de praia, o que já motivou duas reduções no quantitativo mensal de exploração de areia. Durante o ano de 1996 verificou-se erosão pronunciada da areia da faixa de praia entre Buarcos e o Cabo Mondego, encontrando-se já quase completamente exposto o substrato rochoso e desmoronados largos troços do enrocamento da Marginal Oceânica. Note-se que a perda de areia se verificou geralmente em situação de fraca ondulação, ao longo de todo um ano caracterizado por um invulgar regime de vento e ondulação.

A larga escala, esta tendência erosiva parece também ajustar-se a um modelo de propagação para sul da erosão da faixa litoral ocidental: logo após as grandes obras de protecção costeira no sector Espinho-Ovar verificaram-se aumentos de erosão no sector Furadouro-Praia de Mira (FERREIRA & DIAS, 1989); mais recentemente, iniciou-se uma tendência erosiva no sector Mira-Quiaios (BETTENCOURT & ÂNGELO, 1992) e que agora também atinge o sector Cabo Mondego-Figueira da Foz. Este sector, com orientação NW-SE e situado a sul do grande esporão natural do Cabo Mondego, é mais vulnerável à erosão do que o sector de Mira-Quiaios, já que se posiciona a sota-mar da deriva litoral (norte-sul) mais persistente e também com exposição frontal à agitação de tempestade (quadrante SW).

A observada propagação para sul da tendência erosiva, que actualmente já retirou a quase totalidade da areia da praia entre o Cabo Mondego e Buarcos, permite antever que nos próximos anos se irá propagar à faixa de praia entre Buarcos e o molhe norte do porto. De facto, a partir de Setembro de 1996 identificámos já situações de berma erosiva na praia de Buarcos que progressivamente se intensificaram.

Com base na análise e tratamento gráfico de cerca de 400 levantamentos das linhas de preia-mar e de baixa-mar, efectuados entre 1958 e 1983, em 22 perfis ao longo da praia entre a Figueira da Foz e Buarcos (apresentados e parcialmente explorados em VICENTE & PEREIRA, 1986 e VICENTE, 1990), foi possível constatar o seguinte:

– o processo de enchimento de toda a praia terminou em 1980; a última zona a estabilizar foi a zona sul, tendo as zonas central e norte estabilizado, respectivamente, nos anos de 1979 e 1975 (resultados compatíveis com os estimados através de fotografias aéreas);

—o avanço máximo da linha de preia-mar acentuou-se de norte para sul, com valores médios desde 180 m em Buarcos até cerca de 500 m junto do molhe norte (entre 1958 e 1980). Para este local, estimámos 564 m entre as coberturas de 1958 e 1982, mas em situações de baixa-mar;

—os valores médios da largura da praia *s.s.* (entre os níveis de preia-mar e baixa-mar vivas) aumentaram a partir de 1962 até atingir um máximo em 1969 (165 m), decresceram até 1972 e depois mantiveram-se aproximadamente constantes em cerca de 47 m até iniciarem um decréscimo em 1983 (valores inferiores à situação inicial - cerca de 59 m). A diminuição da largura da praia vai corresponder a um aumento do declive da mesma;

—a evolução da área emersa (ante-praia) foi semelhante, tendo o acréscimo total em preia-mar de maré viva atingido 60 hectares;

—na evolução da praia constata-se que, de 1958 a meados de 1961, se verificou uma tendência de recuo da linha de baixa-mar (estimado em cerca de 9 m/ano, a 250 m a norte do molhe norte);

—depois, por efeito de obstáculo do molhe, a praia avança até estabilizar em 1980; em 1982 e 1983 documenta-se nova tendência de recuo da praia. Os valores atingem cerca de 12 m/ano no sector sul, que interpretamos resultar, principalmente, da extracção da areia nesse local.

Na análise da evolução recente e previsões evolutivas da costa ocidental portuguesa, deverá ser também tida em conta a actual tendência de subida do nível do mar, estimada em cerca de 1,7 mm/ano por Dias & Taborda (1992).

2.3. Faixa de praia a sul da embocadura

No sector a sul dos molhes, a instabilidade da faixa costeira é bem mais grave, porque com a drástica redução do caudal sólido litoral a agressiva dinâmica marinha provocou uma intensa erosão da linha de costa.

Logo após o início da construção do molhe sul, em 1962, começou a verificar-se erosão na zona do enraizamento deste molhe, que se intensificou de tal forma em 1964 e 1965 que foi necessário efectuar uma obra de defesa de emergência no Posto Meteorológico.

A partir de 1965 (data da conclusão dos molhes do porto da Figueira da Foz) a erosão começou a propagar-se para sul e com intensidade crescente, afectando de tal modo as praias que foi necessário executar mais obras de defesa longitudinal de emergência para garantir a defesa da população. Em grande parte devido aos efeitos dos temporais de

1978 (F. REBELO, 1978), foram construídos 5 esporões, com realimentação arenosa dos seus intervalos, em frente do Hospital Distrital-Gala em 1979, bem como esporões situados imediatamente a sul das povoações de Costa de Lavos (1979) e Leirosa (1978). Entre 1973 e 1975, foram depositadas na ante-praia, a 50 m a sul do molhe sul, dragados provenientes do estuário.

Da análise das fotografias aéreas até 2500m a sul do Forte de Santa Catarina (Fig. 9, Tabs. II e III), merece destaque o seguinte:

—entre 1958 e 1977, a praia neste sector recuou no máximo 69 m junto aos perfis -900 m a -1100 m, a uma taxa de 3,6 m/ano, mas de tendência decrescente para sul (valores entre -1,1 e -2,9 m/ano). CASTANHO & SIMÕES (1978), com base em perfis transversais de praia, calcularam um máximo 7,2 m/ano de 1966 a 1974, entre o molhe sul e a Cova. Note-se que a realimentação artificial da praia desacelerou a tendência de recuo. Entre 1958 e 1977, com excepção do avanço junto à raiz do molhe, o limite superior da praia registou um recuo generalizado, com valores aumentando para sul (0,4 a 3,5 m/ano). Em 1977, as recém-construídas defesas aderentes de praia ocasionavam valores menores, dentro desta tendência, para os perfis dos -1900, -2000, -2400 e -2500 m;

—entre 1977 e 1982, a praia continuou a recuar, mas com valores mais elevados para sul, atingindo uma taxa máxima de 8 m/ano no perfil dos -2500 m. Refira-se que DUARTE & REIS (1992) calcularam para o sector, por comparação de coberturas de foto-aérea de 1977 e 1978, uma taxa de recuo da praia na ordem dos 30 m/ano. Neste período, o limite superior da praia está estabilizado por enrocamento, com excepção dos perfis -1500 a -1800 e -2100 a -2300 m, onde o recuo continuava com valores entre 3 e 8 m/ano. Junto à Cova, os ligeiros avanços nos sectores fixos devem-se à construção dos esporões (1979);

—entre 1982 e 1990, os limites inferior e superior da praia nesta área tendem a estabilizar-se, reflexo das obras de protecção, que, no entanto, aparentam degradação entre os perfis -900 e -1500 m e -2100 a -2300 m. Apenas os perfis -1600 e -1700 m não abrangem enrocamento e registam ligeiro avanço do limite superior da praia, provavelmente por um menor pisoteio.

Dado que o sector considerado na Fig. 9 foi sucessivamente ocupado por obras de protecção pesadas, foi também analisado o limite superior da praia em perfis a sotamar do campo de esporões, 2700 e 2900 m a sul do Forte de Santa Catarina. Nesta análise foram também consideradas fotos da cobertura de Agosto de 1995. Assim, até 1977 ambos os perfis denotam intensa erosão; a maior intensidade do perfil -2700 m (4 *versus* 2,3 m/ano no -2900 m)

explica-se pela sua colocação imediatamente a sotamar do enrocamento da Cova, situação que se agravou após a construção dos esporões (6,4 e 5,8 m/ano, respectivamente). O perfil -2700 m estabilizou entre 1982 e 1990, mas recuou cerca de 10 m até 1995 com erosão intensa da raiz do esporão adjacente. Reparado em 1996, sofreu um significativo desmantelamento em menos de um ano. Valores semelhantes de recuo foram registados no perfil -2900 m.

Nas praias deste sector da costa foi particularmente importante o efeito dos efluentes das duas unidades de indústria papelreira existentes na zona de Lavos, que desde 1995 são expelidos ao largo por um emissário submarino. A este propósito lembramos que a passagem de uma situação em que se dá a oxidação dos efluentes na zona de rebentação, para uma de introdução em zona profundas, implica maior persistência dos eventuais poluentes numa larga zona de influência, caso não se realize um eficaz tratamento prévio.

2.4. *Cordão dunar longilitoral*

Esta unidade aparece exclusivamente no sector a sul dos molhes e possui contiguidade com a faixa de praia, com a qual tem uma relação funcional. Assim, a sua evolução está ligada ao movimento da linha de costa e variações do balanço sedimentar, mas é também extremamente sensível a actividades antrópicas, sendo a sua degradação reflexo do intenso pisoteio estival e trabalhos de terraplanagem (por ex. os levados a efeito junto ao Porto de Pesca).

Na cobertura aérea de 1958 a zona a sul da emboadura possui morfologias naturais e cobertura vegetal quase intacta. Nos corredores de acesso à praia, o cordão estava já interrompido pela formação de depressões resultantes do pisoteio, que propiciavam o desenvolvimento de corredores de deflação.

Em 1977 e 1982 trechos do cordão longilitoral desapareceram parcial ou totalmente. Em 1990 nota-se ligeira recuperação nalguns sectores, mas mantêm-se a tendência para a diminuição da área total e o aumento de roturas no cordão.

De uma forma geral, é nítido um gradual estreitamento do cordão a norte e uma tendência para a manutenção da largura no sector protegido pelos esporões da Cova. A sul, a análise no terreno até final de 1996 permite confirmar que o cordão longilitoral continua a não ser alimentado pela praia e expõe-se em arriba erosiva que pode atingir 6 m de altura, o que evidencia contínuo recuo. Note-se que BETTEN-COURT & ÂNGELO (1992), com base na cobertura aérea de 1990, constataram que em 90% do sector Figueira da Foz - S. Pedro de Moel a duna frontal apresentava já a base truncada por microfalésias.

Em 1996, na faixa entre o Parque de Campismo do Cabedelo e o Hospital (Gala), construíram-se os primeiros passadiços de madeira para facilitar o acesso pedestre à praia e evitar o pisoteio.

Em suma, no contexto de rápido recuo da linha de costa, e não existindo espaço disponível para a sua migração para o interior, o cordão eólico longilitoral sofreu adelgaçamento por erosão. Em contraste, na zona entre molhes do Cabedelo, em que a linha de costa avançou para o mar, a sua largura aumentou pela abundância de sedimentos disponíveis na praia.

2.5. *Campo dunar fixo*

No campo de dunas fixo por vegetação arbórea, as cristas possuem uma orientação claramente perpendicular em relação à linha de costa e são predominantemente rectilíneas, embora se notem algumas morfologias arqueadas a sul da Gala. A topografia é esbatida, com declives suaves e alturas médias entre 8 e 10 m. O espaçamento das cristas é irregular. A altitude média ronda os 40 m, aumentando para o interior até atingir 72 m.

Foi bastante afectado, quer pelo alargamento da povoação da Cova, quer pela implantação de um parque industrial, a sul deste aglomerado, e respectivos acessos. Em 1958, esta unidade representava cerca de um vigésimo da região analisada. Até 1990, a área desta unidade terá sido reduzida em aproximadamente um terço e continua sob a pressão da expansão urbana e industrial.

2.6. *Terrenos agrícolas (excepto arrozais)*

As áreas que correspondem a terrenos agrícolas concentram-se essencialmente em torno das povoações rurais a menor altitude; a sua área sofreu modificações reduzidas, embora haja algum decréscimo devido ao avanço dos perímetros destes aglomerados. Entre a Cova e Lavos, alguns terrenos agrícolas foram também ocupados pelo parque industrial ou, nas zonas mais baixas, reconvertidos em áreas de cultivo de arroz ou em salinas.

O Plano de Urbanização da Figueira da Foz (GITAP, 1993) manteve, nas linhas gerais, a proposta de delimitação dos solos com elevado potencial produtivo, tendo em vista a sua integração na Reserva Agrícola Nacional, como consta do Plano Director Municipal (RISCO, 1992).

2.7. *Arrozais*

A cobertura aérea de 1947 permite inferir que no sector Cinco Irmãos - confluência do Rio da Foja

(sector estuarino intermédio) as faixas marginais ao canal do Mondego e ocupadas por arrozais, representam as antigas planícies lodosas que foram conquistadas pelo Homem.

Até 1982, a área ocupada por arrozais manteve-se aproximadamente constante. Posteriormente, notou-se um ligeiro aumento à custa de outros terrenos agrícolas, principalmente em zonas marginais ao curso do Mondego, então já regularizado. Esta tendência integra-se na progressiva implementação do Plano de Rega do Baixo Mondego.

2.8. Salinas

As marinhas de sal constituem uma unidade de distribuição restrita, sobretudo na Ilha da Morraceira e em alguns retalhos junto às povoações da Cova, no Braço Sul, e Vila Verde, no Braço Norte. Nota-se uma progressiva degradação, acompanhada pela substituição pela aquacultura. Em resultado das sucessivas fases de regularização do Mondego, algumas salinas foram transformadas em áreas de cultivo de arroz, principalmente as localizadas mais para o interior, junto aos arrozais.

Na salina industrial instalada em meados da década de 80 na margem esquerda do Braço Sul, a norte de Lavos, são cristalizadas quantidades elevadas de halite e acessórias de gesso, a partir de salmouras provenientes do diapiro de Monte Real (zona de Carriço). É possível que parte daqueles minerais atinjam as águas do Braço Sul, directamente ou através do rio Pranto, por infiltração ou escoamento superficial. Se assim for, será um contributo para modificações químicas no Braço Sul.

Uma pequena área correspondente a salinas abandonadas, localizada no interior do sector sudeste da Ilha da Morraceira, é ainda um importante local de nidificação e *habitat* para muitas espécies animais, com especial destaque para as aves aquáticas.

2.9. Aquaculturas

As aquaculturas localizam-se essencialmente na Ilha da Morraceira e na margem esquerda do Braço Sul do Mondego. Esta actividade desenvolveu-se nos mesmos contextos físicos que as salinas, de tal forma que os limites entre estas áreas oscilaram ao longo do tempo. Uma área significativa das tradicionais salinas, actividade não poluente, da Ilha da Morraceira e das margens dos braços, tem vindo a ser convertida para pisciculturas industriais intensivas. Assim, a relação entre a área ocupada por salinas relativamente à de aquacultura passou de cerca de 2,6 (em 1958) para 1,7 (em 1990) e tem diminuído nos últimos anos.

Entre os potenciais impactes ambientais refira-se a elevação da concentração em matéria orgânica e substâncias químicas. Note-se que grande parte destas explorações utiliza as águas do Braço Sul, sujeito a dinâmica essencialmente de maré e reduzido fluxo fluvial, e com uma circulação limitada. Estes factores estarão, aliás, na origem de uma já documentada tendência para a eutrofização deste sector do estuário (PARDAL *et al.*, 1994). Por outro lado, as descargas da barragem do Alvo, no rio Pranto, quando apresentam elevados quantitativos de poluentes (pesticidas e fertilizantes agrícolas) originam grandes mortandades nas aquaculturas adjacentes ao Braço Sul.

2.10. Rede viária

Com base na comparação das fotografias aéreas nota-se que desde 1982 existe um claro desenvolvimento da rede de estradas e caminhos rurais. A comunicabilidade entre as duas margens do Mondego foi substancialmente melhorada com a construção da ponte da Figueira da Foz e outras pontes menores nas proximidades de Montemor-o-Velho. Foram construídos mais e melhores acessos ao Porto Comercial e ao Porto de Pesca, bem como à área industrial.

A estrutura da rede rodoviária da zona da Figueira da Foz inclui três focos. O perímetro urbano tem uma disposição de tendência radial a partir da cidade, sendo a travessia rodoviária do Rio Mondego uma condicionante que obriga à convergência dos eixos rodoviários principais nas duas extremidades.

A rede constituída por Estradas Nacionais estrutura-se em dois eixos, um norte-sul (IC1 - Aveiro-Figueira-Leiria) e o outro nascente-poente (formado pela EN111). A conclusão do IP3 (Figueira-Viseu), bem como o previsto IC8 (Figueira-Castelo Branco) facilitarão as ligações ao interior do país e a Espanha.

Nas proximidades da Figueira da Foz convergem três linhas da rede de caminho de ferro: a Linha do Oeste, o ramal de Alfarelos e o ramal da Pampilhosa. Com a modernização do ramal de Alfarelos, a implantação do ramal ferroviário que irá ligar a zona portuária em ampliação aos eixos existentes, a projectada construção de um aeroporto regional em Lavos e com o provável crescimento da actividade industrial local, é previsível que a circulação de mercadorias conheça um novo impulso.

2.11. Áreas urbanas

Só a partir do séc. XVIII a Figueira da Foz conhece grande crescimento como centro urbano, substituindo progressivamente Buarcos como porto e metrópole da região vestibular do Mondego.

Os anos 40 e 50 deste século foram de crescimento mais lento, tendo-se verificado um novo surto de desenvolvimento urbano a partir dos anos 60. A descrição detalhada da evolução urbana foi feita por RCCHA (1893), PINTO & ESTEVES (1945) e ARROTEIA (1985).

Com base na comparação das fotografias aéreas de 1948, 1957 e 1977, documenta-se um fraco crescimento das áreas urbanas. Nos anos posteriores, dá-se uma forte expansão dos perímetros urbanos, especialmente da Figueira da Foz, Buarcos e Cova-Gala. A expansão da Figueira da Foz fez-se, em grande parte, à custa de domínios conquistados ao estuário e, coalescendo com Buarcos, à vertente sul da Serra da Boa Viagem. Na margem sul, a povoação da Cova/Gala cresceu em direcção ao campo dunar fixo vegetado, contribuindo para a sua degradação. Note-se que a Cova foi durante muito tempo um pequeno aglomerado piscatório, o que contrasta com o elevado aumento da população entre 1981 e 1991 (18,11%), apesar do manifesto risco costeiro. As povoações rurais tiveram um crescimento lento, o que traduz a progressiva urbanização do concelho. No aglomerado da Figueira da Foz (Figueira da Foz, Buarcos, Tavadere, Vila Verde e Cova/Gala) deu-se um crescimento acentuado da sua população, passando o seu quantitativo demográfico de 21.391 (em 1981) para 25.685 habitantes em 1991 (GITAP, 1993).

No P. D. M. da Figueira da Foz foram incluídas na delimitação de Reserva Ecológica Nacional a faixa batimétrica até aos 30 m de profundidade a partir da linha de preia-mar de maré viva equinocial (que na área atinge uma largura máxima de 7,5 km), as faixas de praia, as áreas dunares a sul da Cova/Gala, a Ilha da Morradeira (excluindo a extremidade NW), a margem esquerda do Braço Sul e os leitos fluviais na área urbana. No Plano de Urbanização, perspectivaram-se os seguintes eixos de desenvolvimento urbano:

- expansão preferencial da Figueira da Foz ao longo da EN 109 (em direcção a Chã), paralelamente ao Vale das Abadias e entre Buarcos e Tavadere;
- eixo a noroeste de Buarcos, paralelo à costa;
- eixo de Fontela-Vila Verde, onde se projecta a combinação de espaços urbanos com áreas vocacionadas para usos industriais.

Embora só parcialmente incluída na área analisada, a Serra da Boa Viagem merece menção já que constitui um importante recurso e valor natural sobre o qual se exercem fortes pressões para a urbanização. A inclusão de uma área, que abrange praticamente toda a serra, no Projecto Biótipos reforça a sugestão para que esta área seja objecto de especial cuidado no âmbito do Ordenamento do Território (RISCO, 1992). Note-se que o valor geológico do Cabo Mondego foi recentemente (1996) consagrado a nível mundial, através da

sua escolha para estratotipo⁽³⁾ do limite Bajociano - Batoniano (Jurássico Médio) pela União Internacional de Ciências Geológicas, organismo filiado na UNESCO.

Resíduos sólidos urbanos da Figueira da Foz são ainda depositados numa antiga pedreira no Cabo Mondego. A estrutura geológica desta zona corresponde a um monoclinial com vergência para sul, sendo a litologia dominante calcários e calcários margosos. Nestas circunstâncias, para além de existir um dreno directo para o mar, não é de excluir que fluidos poluentes, de percolação dos resíduos, se infiltrem em fendas ou nas juntas de estratificação e alcancem as águas marinhas, derivando tendencialmente para sul.

É necessária uma clara identificação e preservação dos valores de património natural, correspondendo frequentemente a entidades com riqueza paisagística e a registos geológicos únicos de fenómenos ocorridos durante a história da Terra, que se forem destruídos não poderão ser reconstituídos, como no caso do Cabo Mondego. Nesta perspectiva, advoga-se a mudança da ocupação deste sector, enfatizando a vocação científica, cultural e paisagística, incluindo estruturas de apoio que poderão ser consideradas no âmbito de uma ocupação urbana.

2.11. Áreas industriais

Na região analisada, a área ocupada por instalações fabris foi incipiente até finais da década de oitenta. Apenas na cobertura de 1990 se individualizam dois pólos destinados à implantação de infraestruturas industriais, um localizado junto ao Porto de Pesca e da Doca dos Bacalhoeiros, em terrenos conquistados ao estuário, e outro a sul da povoação da Cova, já em pleno campo dunar.

Tem alguma relevância o eixo suburbano industrial que engloba as localidades de Salmanha, Vila Verde e Fontela, onde se destaca uma unidade vidreira. Actualmente existe também crescimento industrial ao longo do troço da EN109, Tavadere-Brenha.

Afectando a região em apreço, e apesar do inegável valor das celulosas no dinamismo económico regional, é imperioso considerar o papel destas unidades fabris como importantes geradoras de tráfego pesado e de efluentes, bem como consumidoras de elevados volumes de água doce.

O Plano de Urbanização da Figueira da Foz prevê para a área envolvente ao aglomerado de Cova/Gala a expansão das infraestruturas e construções de apoio à actividade portuária, e a criação de uma área industrial junto à EN109 a sul do mesmo aglomerado.

(3) Um estratotipo é um local acessível onde se considera ocorrer a melhor representação, a nível mundial, de um determinado momento ou intervalo da história da Terra.

A recente conclusão do Itinerário Principal (IP3) e os diferentes projectos para a melhoria das acessibilidades (portuária, ferroviária, etc.) permitem antever a implantação de unidades fabris de índole diversificada nesta região.

3. Conclusões

As modificações fisiográficas e de utilização da área envolvente do Estuário do Mondego foram ligeiras entre 1947 e 1958, essencialmente ligadas à dinâmica natural, tendo-se posteriormente intensificado (Tab. IV e Fig. 13), quase exclusivamente em resultado de intervenções antrópicas. Destacam-se as seguintes:

– rápidas alterações na dinâmica dos sistemas sedimentares naturais, com relevância nos sistemas fluvial, estuarino e de praia/cordão longilitoral. Dado que actualmente o sistema estuarino e o troço fluvial a jusante de Coimbra estão quase completamente artificializados, a evolução dinâmica da faixa litoral é a mais notória, também ela em grande parte reflexo da interferência humana na alimentação e deriva de areia no litoral (retenção de sedimentos nas barragens, dragagens, extracções de areia na praia, alteração no transporte litoral por estruturas portuárias e de protecção local, etc.). Existe actualmente uma tendência geral para a aceleração das taxas de recuo do litoral, o que deverá ser tido em conta na gestão e no (re)ordenamento da faixa costeira;

– progressivo aumento da área intensamente antropizada, em grande parte conquistada aos sistemas sedimentares (ocupação e artificialização das áreas de sapal, margens lodosas, cordão dunar, etc.), destacando-se a rápida e pouco ordenada expansão urbana, industrial, portuária e da rede viária. Esta evolução tem como consequência a artificialização da paisagem (com consequente empobrecimento) e a modificação da dinâmica sedimentar natural, em regra irreversíveis mesmo a longo prazo;

– o sistema interactivo litoral-estuário é constituído por ambientes sedimentares, com características paisagísticas e ecológicas peculiares. De grande valor a nível do país, é um *ex libris* do centro do país e um paradigma da memória colectiva da população desta região. Note-se que o Plano de Urbanização e o P. D.

M. da Figueira da Foz já identificaram como importantes valores de Património Natural a Serra da Boa Viagem, as faixas de praia, o Estuário do Mondego, a Várzea de Tavadre, o Vale das Abadias e o Vale do Galante. São urgentes acções de reabilitação e preservação do Estuário do Mondego, em especial das áreas ainda não irremediavelmente perdidas, com destaque para o Braço Sul e a Ilha da Morraceira. A sua relevância ficou bem expressa no relatório elaborado por diversas equipas científicas sobre a importância ecológica destas áreas no âmbito da Rede Natura 2000 (FREITAS *et al.*, 1996). Estas áreas, dada a grande sensibilidade ecológica, deverão ser objecto de estudos multidisciplinares de caracterização, monitorização e de avaliação dos impactos das diversas actividades que aí incidem ou se poderão vir a desenvolver (aquacultura, náutica de recreio, desenvolvimento industrial e portuário, etc.). É neste sentido que pretende contribuir o projecto “Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do Estuário do Mondego” (JNICT/DGA), executado por uma equipa de investigadores do Departamento de Ciências da Terra da FCTUC e que completa outras acções de outras equipas científicas;

– o efeito do intenso turismo estival, com enorme sobrecarga populacional, reflecte-se directamente na ocupação e pisoteio, com a consequente degradação, das dunas costeiras. Registe-se também a pressão sobre a faixa de praia, com a construção de estruturas permanentes de apoio aos banhistas, entre outras. No domínio das potencialidades turísticas, deverá ser dada a maior atenção à Serra da Boa Viagem, evitando a destruição do coberto vegetal e a ocupação das encostas, bem como ao troço do Rio Mondego a jusante de Montemor-o-Velho (área estuarina), pois constituem áreas de património natural com inegável interesse paisagístico, ambiental e científico.

– diminuição progressiva das actividades económicas tradicionais, como a agricultura (excepto arrozais) e salinas, em parte substituídas por actividades de exploração com maior potencial de poluição química e orgânica, como o são a orizicultura e a aquacultura. Seria aconselhável a recuperação de algumas áreas húmidas anteriormente antropizadas, visando a sua devolução aos espaços naturais.

Ano	Substrato	Mar	Praia	Cordão dunar	Campo dunar	Fluvial e estuarino	Terrenos agrícolas	Arrozais	Salinas	Aquacultura	Urbano e industrial
1947	32,5	6,5	1,0	0,3	4,3	7,5	10,9	24,3	4,1	1,6	7,0
1958	32,5	6,5	1,0	0,3	4,3	7,5	10,9	24,3	4,1	1,6	7,0
1977	32,7	6,5	1,4	0,2	3,9	7,2	9,9	24,2	3,9	1,4	8,5
1982	33,1	6,5	1,4	0,3	3,4	6,8	8,7	24,8	3,6	1,7	9,7
1990	35,0	6,5	1,2	0,3	2,7	6,6	6,7	25,7	3,3	1,9	10,1

Tabela IV - Evolução percentual da área ocupada por cada unidade nas distintas coberturas de foto-aérea.

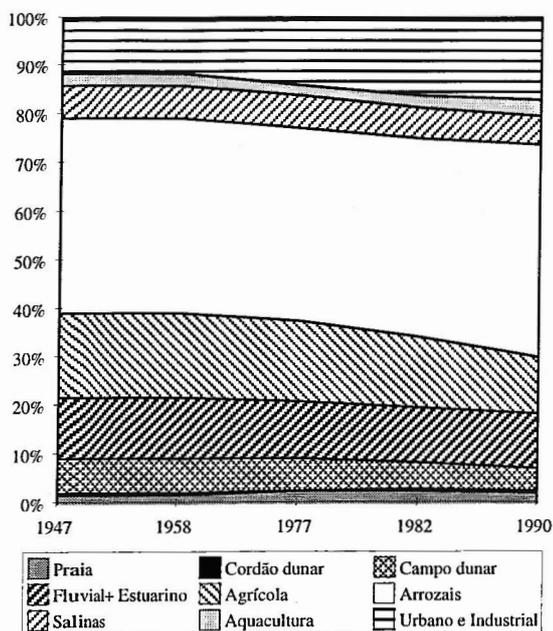


Fig. 13 - Percentagem da área de cada unidade nas distintas coberturas de foto-aérea (representadas apenas as unidades com variação significativa).

Em síntese, o presente estudo pretende evidenciar que a expansão urbana/industrial sem um conveniente ordenamento e os impactes de grandes obras (estruturas portuárias, regularização estuarina e fluvial, construção de grandes vias de comunicação, etc.), associados ao somatório de múltiplas e sucessivas intervenções antrópicas de pequena escala, podem levar progressivamente ao desequilíbrio dos sistemas naturais onde se inserem, nas componentes ecológica, hidrodinâmica e morfosedimentar. Em alguns casos, os impactes de acções antrópicas tidas como indispensáveis, poderão ser minimizados com soluções técnica e economicamente viáveis. Como exemplo de tais medidas, concretamente para diminuir o défice sedimentar litoral e contrariar o recuo erosivo da costa, podem destacar-se as seguintes (PAIXÃO, 1980-81; CARVALHO, 1981; DIAS, 1990; GRANJA, 1992; BETTENCOURT & ÂNGELO, 1992; GOMES & PINTO, 1994):

- utilizar os volumes dragados nas áreas portuárias, por imperativos de navegabilidade, na alimentação das praias;

- condicionar os montantes de extracção de areia na praia junto de molhes portuários e proceder à transposição artificial dessas areias para sotamar das zonas portuárias;

- para a recuperação de praias com elevado interesse turístico, que tenham sofrido erosão devido a agressivas condições meteorológicas, recorrer pontualmente à alimentação artificial;

- evitar a construção de novas estruturas que interfiram com a deriva litoral (esporões, molhes, quebra-mares, etc.);

- permitir a evolução natural em zonas da costa portuguesa menos povoadas e intervencionadas, de que é exemplo a costa a sul da Figueira da Foz;

- é conveniente a conservação ou reconstrução de dunas eólicas litorais, dado o seu efeito de protecção aos espraiamentos e galgamentos do mar, bem como a sua importância ecológica e como reserva de sedimentos;

- os financiamentos dedicados à protecção e ordenamento do litoral deverão também considerar a indemnização ou a transferência (de pessoas e/ou suas propriedades) mais para o interior.

No actual quadro de evolução natural e de funcionamento da Sociedade, parece impossível inverter a tendência de défice sedimentar no litoral, que, em conjugação com a tendência de subida do nível do mar na costa portuguesa, justificam o generalizado contexto erosivo na linha de costa. Como tal, é necessário deixar espaço livre para permitir a translação gradual para o interior dos ambientes sedimentares (praias, dunas eólicas e estuários-lagunas), evitando a ocupação da faixa costeira com estruturas antrópicas, que por sua vez exigem obras pesadas de defesa local. Estas, além de caras, necessitam de reparações periódicas, aceleram as taxas erosivas na área adjacente a sotamar e têm outras consequências negativas, bem documentadas a nível mundial.

Futuras planificações de gestão e ordenamento do território, deverão incluir, numa perspectiva integrada e o mais ampla possível, os custos ambientais de actividades que contribuam, directa ou indirectamente, para desfigurar ou atrofiar áreas com um elevado valor em termos de património natural e paisagístico, como é o caso do Estuário do Mondego e a área litoral envolvente. Neste sentido, é essencial uma correcta definição das áreas susceptíveis de expansão e tipos de actividades humanas admissíveis. É fundamental uma adequada articulação entre o Plano Director Municipal, outros planos municipais, Plano de Regional de Ordenamento do Território e Plano de Ordenamento da Orla Costeira, quando existentes, bem como entre as diversas entidades com competências nessa região.

4. Agradecimentos

Agradece-se à Direcção Regional de Ambiente e Recursos Naturais do Centro, Câmara Municipal da Figueira da Foz, Instituto de Promoção Ambiental, Museu Municipal da Figueira da Foz, Junta Autónoma do Porto da Figueira da Foz, Capitania do Porto da

Figueira da Foz e Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos, o acesso a diversos relatórios técnicos e a outras fontes documentais.

A Comissão de Coordenação da Região Centro permitiu o acesso a vários documentos, incluindo fotografias aéreas de 1977, 1982 e 1990, bem como à imagem de satélite Landsat de 31 de Maio de 1989 que cobre a região analisada. As fotografias de 1958 foram disponibilizadas pelo Instituto de Estudos Geográficos da Universidade de Coimbra. Agradecemos também a colaboração do Pólo de Coimbra do Instituto do Mar.

Agradecemos ao Instituto Geográfico do Exército a permissão para a reprodução parcial de fotografias aéreas verticais (vão da R.A.F. de 1947, da área estuarina do Mondego).

Os autores receberam o apoio de vários colegas interessados nestas temáticas, nomeadamente na execução de algumas campanhas de campo: Prof. Rui Pena dos Reis, Dr. José Nunes André, Pedro Caetano, Dr^a Anabela Silva e Domingos Adão Mendes.

Queremos ainda agradecer muito especialmente ao Doutor Fernando Rebelo (Instituto de Estudos Geográficos da Universidade Coimbra), pela leitura crítica de uma primeira versão deste trabalho, e ao Doutor Germán Flor Rodríguez (Departamento de Geologia da Universidade de Oviedo) a frutuosa discussão de aspectos sedimentológicos e geomorfológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABECASIS, F.; MATIAS, M. F.; CARVALHO, J. J. & VERA-CRUZ, D. (1962) - "Methods of determining sand and silt movement along the coast, in estuaries and in maritime rivers". *Lab. Nac. Eng. Civil. Technical paper n° 186*, Lisboa, 25 p.
- ALMEIDA, A. Campar (1992) - "Os depósitos superiores da Serra da Boa Viagem e o seu significado". *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 11, p. 49-53.
- ALMEIDA, A. Campar (1995) - *As Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem*. Dissertação de Doutoramento na Universidade de Coimbra, (policopiado), 305 p.
- ALMEIDA, A. Campar; SOARES, A. Ferreira; CUNHA, L. & MARQUES, J. Fonseca (1990) - "Prémio ao estudo do Baixo Mondego". *Biblos*, vol. LXVI, p. 17-47.
- ANDRÉ, J. Nunes (1996) - *Morfologia litoral da área compreendida entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moel*. Dissertação apresentada à Univ. de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre em Geografia (policopiado), 164 p. e anexos.
- ARROTEIA, J. Carvalho (1985) - *Figueira da Foz: a cidade e o mar*. Comissão de Coordenação da Região Centro, Coimbra, 115 p.
- BETTENCOURT, P. & ÂNGELO, C. (1992) - "Faixa costeira Centro Oeste (Espinho - Nazaré): enquadramento geomorfológico e evolução recente". *Geonovas*, n° especial I (A Geologia e o Ambiente), Lisboa, p. 7-30.
- CARVALHO, J. Reis de & BARCELÓ, J. (1966) - "Agitação marítima na costa Oeste de Portugal Metropolitano - Contribuição para o seu estudo". *Lab. Nac. Eng. Civil.*, Memória n° 290, Lisboa, 34 p.
- CASTANHO, J. P. & SIMÕES, J. (1978) - *Estudo da erosão litoral a Sul da embocadura do Rio Mondego*, (policopiado), Lisboa, LNEC, 69 p.
- CARVALHO, G. (1985) - A evolução do litoral (conceito e aplicações). *Geonovas*, Lisboa, 8/9, p. 3-15.
- CUNHA, P. Proença; DUARTE, D. N.; REIS, R. Pena dos & DINIS, J. L. (1994) - "Contribution to the impact evaluation of the recent anthropic modifications on the sedimentary sub-environments of the Mondego estuary (Portugal) - a research project". *ECSA24 Symposium Northern and southern estuaries and coastal areas (Abstracts)*, Aveiro, 5-8 September, p. 104.
- CUNHA, P. Proença & DINIS, J. L. (1995) - "Evolução holocénica do estuário do Rio Mondego (Portugal) — controlos naturais e antrópicos". *Reunión monográfica sobre el cambio de la costa: Los sistemas de rias (Resúmenes de comunicaciones)*, Vigo, 13-15 de Setembro de 1995, p. 39-43.
- CUNHA, P. Proença, PINTO, J. & DINIS, J. L. (1995) - "Unidades fisiográficas e modificações recentes no Estuário do Mondego, por análise de coberturas de fotografia aérea". *Pub. Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Univ. Porto*, Memória n° 4, p. 405-409.
- CUNHA, P. Proença; DINIS, J. L. & REIS, R. Pena dos (1996) - *Relatório do 2º ano de execução do projecto de investigação PEAM/C/GEN/247/93 (Prog. Esp. Ambiente - JNICT/DGA): "Avaliação das modificações antrópicas actuais nos sub-ambientes sedimentares do estuário do Mondego"*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. de Coimbra, (policopiado), 18 p e 5 anexos.
- D.G.R.A.H. (s/d) - *Aproveitamento do Vale do Mondego*.
- DIAS, J. Alveirinho (1990) - "A evolução actual do litoral português". *Geonovas*, Lisboa, 11, p. 15-28.
- DIAS, J. Alveirinho & TABORDA, R. (1992) - "Tidal gauge data in deducing secular trends of relative sea-level and crustal movements in Portugal". *Journal of Coastal Research*, 8(3), Fort Lauderdale, p. 655-659.
- DIVISÃO DE OCEANOGRÁFIA FÍSICA (1986) - "Aquisição e processamento de dados oceanográficos para a EDP da zona de Lavos/Pedrogão - Figueira da Foz. vol. I, Corpo e análise dos dados Abril de 1984 a Julho de 1985". *EDP Internal report TF OF-1/86*.
- DUARTE, D. N. & REIS, R. Pena dos (1992) - "Estudo preliminar da evolução da linha de costa adjacente à embocadura do estuário do Mondego entre 1801 e 1899. Estimativa de taxas

- de acreção e erosão costeiras". *Actas III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latino-Americano de Geología*. Salamanca, tomo 2, p. 146-150.
- FREITAS, H.; PAIVA, J.; MARTINS, M. J.; & GODINHO, V. (1996) - *Relatório justificativo da inclusão de algumas áreas na proposta técnica — Projecto Life - Habitats da Zona Centro*. Univ. de Coimbra, (policopiado), 18 p. e anexo.
- GITAP (1993) - *Câmara Municipal da Figueira da Foz - Plano de Urbanização - Relatório final*, (policopiado), 53 p.
- GOMES, F. Veloso & PINTO, F. Taveira (1994) - "Urban expansion in high risk northwest coastal areas of Portugal". *Littoral 94 (Proceedings)*, September 26-29, p. 981-996.
- GRANJA, H. (1992) - "Zona costeira: evolução e ordenamento". *Geonovas*, nº especial 1 (A Geologia e o Ambiente), Lisboa, p. 57-63.
- HIDROPROJECTO (s/d) - *Aproveitamento do Vale do Mondego*.
- LOUREIRO, A. F. (1880) - *Memória sobre o melhoramento do Mondego entre Coimbra e Foz-Dão*. Imprensa Nacional, Lisboa, 85 p.
- LOUREIRO, A. F. (1882) - *Memória sobre o porto e a barra da Figueira e as obras para o seu melhoramento*. Imprensa Nacional, Lisboa, 107 p.
- LOUREIRO, A. F. (1904) - *Os portos marítimos de Portugal e ilhas adjacentes*. Vol. II, Imprensa Nacional, Lisboa, 312 p.
- MARTINS, A. F. (1940) - *O esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra, Ed. Autor, 299 p.
- NOIVO, L. S. (1994) - "Human activities in conflict in the coastal zone: study case of Figueira da Foz". *Gaia*, 9, p. 115-118.
- OLIVEIRA, F. Muñoz de (1967) - *O porto da Figueira da Foz*. Ed. da Biblioteca Municipal, Figueira da Foz, 29 p.
- OTTMANN, F. (1989) - "Quelques principes généraux pour l'aménagement des estuaires". *Geolis*, vol. III, fasc. 1-2, p. 118-124.
- PAIXÃO, G. (1980-81) - "A protecção do litoral e a extracção de areias". *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, p. 257-259.
- PARDAL, M. A.; MACEDO, F.; VALENTE, A. M.; ALMEIDA, J. Lopes; MARQUES, J. C. & SANTOS, F. Seabra (1994) - "Nutrient loading estimates in the South Arm of the Mondego estuary (Portugal). Relations with eutrophication". *ECSA24 Symposium Northern and southern estuaries and coastal areas (Abstracts)*, Aveiro, 5-8 September, p. 90.
- PINTO, M. & ESTEVES, R. (1945) - *Aspectos da Figueira da Foz*. Ed. Comissão Municipal de Turismo, Figueira da Foz, 225 p.
- REBELO, F. (1978) - "Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro de Portugal". *Finisterra*, 13 (26), p. 244-253.
- REBELO, F. (1995) - "Hommes et érosion dans le centre et le nord du Portugal. Le cas du bassin du Mondego". *Territorium*, 2, p. 5-10.
- REBELO, F.; CUNHA, L. & ALMEIDA, A. Campar (1990) - "Contribuição da Geografia Física para a inventariação das potencialidades turísticas do Baixo Mondego". *Cadernos de Geografia*, nº 9, p. 3-34.
- REIS, R. Pena dos & DUARTE, D. N. (1990) - "Les mécanismes prédominants dans la transférence des sédiments dans l'estuaire du Mondego". *Comptes rendus 1^{er} Symposium international Litoral 1990 de l'Association EUROCOAST*, p. 141-144.
- RISCO (1992) - *Plano Director Municipal — Câmara Municipal da Figueira da Foz*. Relatório elaborado pela RISCO - Projectistas e Consultores de Design, S.A. com a colaboração da CONSULMAR - Projectistas e Consultores, Lda., (policopiado), 33 p.
- ROCHA, A. Santos (1893) - *Materiais para a história da Figueira da Foz nos séculos XVII e XVIII*. Figueira da Foz, Casa Minerva.
- ROCHA, R. B.; MANNUPELLA, G.; MOUTERDE, R.; RUGET, Ch. & ZBYSZEWSKI, G. (1981) - "Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal (esc. 1/50.000), folha 19-C (Figueira da Foz)", *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 126 p.
- SANTOS, F. Seabra; ALMEIDA, J. & CARMO, J. Antunes (1991) - *Estudo da agitação marítima*. In Relatório final do projecto de investigação - "Lançamento de bases para o estudo integrado do estuário do Mondego". Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. de Coimbra, (policopiado).
- SOARES, A. Ferreira; CUNHA, L.; ALMEIDA, A. Campar & MARQUES, J. Fonseca (1992) - "Depósitos quaternários do Baixo Mondego. Estado actual dos conhecimentos e tentativa de coordenação morfogenética". *Actas do VI Colóquio Ibérico de Geografia*, Porto (em publicação).
- VICENTE, C. (1990) - "Evolução costeira devida a obras portuárias: casos da praia da Figueira da Foz e da embocadura da Ria de Aveiro". *1^o Simpósio sobre a protecção e revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz (Comunicações)*, Porto, p. 164-177.
- VICENTE, C. & PEREIRA, M. (1986) - "Análise da evolução da praia da Figueira da Foz". *Lab. Nac. Eng. Civil. Rel. 106/86*, Lisboa, 51p.