

SISTEMAS LITORAIS: DINÂMICAS E ORDENAMENTO*

ANA RAMOS-PEREIRA¹

Resumo – O artigo que agora se apresenta constitui o essencial da lição de síntese proferida aquando das provas de agregação da autora, em 2006, no âmbito da disciplina para a qual foi elaborado o Programa. Como abrange aspectos de todo o Programa, o texto é transversal, evidenciando aspectos fundamentais, que espelham a orientação seguida.

Serão considerados 4 temas: no primeiro intitulado *litoral: mobilidade versus fixidade*, discutem-se os conceitos em diversas perspectivas; no segundo – *o sistema praia: dinâmica e monitorização* – privilegia-se o sistema praia e a sua morfodinâmica; no terceiro designado *Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) no quadro europeu* faz-se uma panorâmica da gestão integrada da “zona” costeira na Europa e das diversas opções adoptadas; finalmente, no quarto – *GIZC em Portugal* – apresentam-se de forma sintética as opções do país, com base no trabalho desenvolvido por uma equipa coordenada pelo Prof. Veloso Gomes, em que a autora participou e que foi publicado posteriormente.

Palavras-chave: Gestão integrada do litoral, Europa, Portugal.

Abstract – COASTAL SYSTEMS: DYNAMICS AND MANAGEMENT. This article presents, in written form, the lecture given by the author in 2006 as a prerequisite for becoming a Full Professor in the Department of Geography. It addresses a variety of issues that cut across the entire course for which a Syllabus was presented, while seeking to highlight the main aspects that reflect the fundamental orientation of that course. Four main topics are thus considered: the first, entitled *The coastal areas: mobility versus fixedness*, discusses the main concepts from a variety of perspectives; the second – *The beach system: dynamics and monitoring* – focuses on the beach system and its morphodynamics; the third, entitled *Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in the European context*, provides an overview of the status of coastal areas in Europe and the policy options adopted in this respect; while the fourth – *ICMZ in Portugal* – summarises the main policy options made

* Recebido: 18/2/2008. Revisto: 25/4/2008. Aceite: 30/4/2008.

¹ Professora Associada com Agregação do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras e Investigadora do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. E-mail: anarp@fl.ul.pt

in this country in this field, based on the results of the work undertaken by a team led by Prof. Veloso Gomes (of which the author was a member), which was the object of subsequent publication.

Key words: Integrated coastal zone management, Europe, Portugal.

Résumé – SYSTÈMES CÔTIERS: DYNAMIQUE ET AMÉNAGEMENT. Cet article reprend l'essentiel de la "Leçon de synthèse", présentée lors du concours d'agrégation de l'auteure, en 2006. Il s'agit d'un texte "transversal", reprenant les aspects fondamentaux du Programme alors présenté. Quatre aspects sont considérés. Le premier traite du *Litoral: mobilité versus fixité*, ces concepts étant discutés selon leurs diverses perspectives. Le second est consacré au *Système Plage: dynamique et monitorisation*, en insistant sur la morphodynamique des plages. Le troisième s'appelle *Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC) dans le cadre européen*, il traite panoramiquement de ce thème, en indiquant les diverses options adoptées. Finalement, le quatrième aspect, *La GIZC au Portugal*, énonce les options adoptées dans ce pays, lesquelles résultent des études menées par une équipe coordonnée par le Professeur Veloso Gomes, dont l'auteure a fait partie et dont les résultats sont déjà publiés.

Most-clés: Gestion intégrée du littoral, Europe, Portugal.

I. LITORAL: MOBILIDADE *VERSUS* FIXIDADE

Em muitos trabalhos de investigação, nomeadamente teses de doutoramento e manuais, os autores sentem necessidade de começar por definir o espaço objecto de estudo, que designam por litoral², o que é ressaltado quando se consultam as numerosas definições. O quadro I contém cinco exemplos que evidenciam a principal contradição: o litoral é apenas constituído pela parte emersa ou inclui também a parte submersa adjacente? Este tema será retomado adiante.

² Na última década, a palavra litoral tem vindo a ser substituída por "zona" costeira, expressão que traduz a designação anglo-saxónica, cada vez mais usada, nomeadamente no quadro do ordenamento do território.

Quadro I – Definições do espaço litoral
 Table I – Definitions of the coastal space

Fonte	Designação e Definição
Vanney (2002)	<p>Domaine littoral lisière continentale sinueuse confinant à l’océan, où s’opèrent le contact et la transition, mobiles et provisoires, entre la terre ferme et la mer, plus précisément, entre les hydrologies, les morphologies et les formes de vie et d’activité continentales et épicontinentales.</p>
http://www.fao.org/fi/glossary/default.asp (acedido em 17/2/2008)	<p>Littoral zone The shallow water region with light penetration to the bottom. Typically occupied by rooted plants.</p>
Komar (1998)	<p>Littoral The term littoral will be used to denote the entire environment – the zone extending across the exposed beach into the water to a depth at which the sediments is less actively transported by surface waves. This is a rather imprecise definition since waves occasionally transport sediments at considerable depths, but in general we can take the depth limit for the littoral zone to be 10-20m (...). The coast (...) extends inland to include sea cliffs, dune field and estuaries.</p>
www.nsc.org/ehc/glossary.htm (acedido em 17/2/2008)	<p>Littoral zone The strip of land along the shoreline between the high and low water levels.</p>
Ramos-Pereira (2001)	<p>Litoral É constituído pelas áreas emersas e submersas em que ocorrem trocas transversais entre as diferentes esferas que aqui se entrecruzam. (...) [É o] “Espaço directa ou indirectamente comandado pela dinâmica do mar (...), uma faixa em permanente mudança de posição, dependendo da escala temporal em análise”. [É] a porção de território, de dimensões variáveis, que migra constantemente e de forma desigual, consoante a escala temporal analisada e também o tipo de litoral, onde o mar exerce ou exerceu a sua acção desde que o homem surgiu.</p>

1. Os elementos forçadores da dinâmica litoral

Neste texto serão objecto de estudo não só as formas litorais, como os agentes, designados por elementos forçadores que, actuando através de diversos processos, genericamente designados por processos litorais, constituem os sistemas litorais (fig. 1).



Fig. 1 – Os sistemas litorais
 Fig. 1 – Coastal systems

Esses elementos são o vento, as ondas e as marés, as correntes longilitorais ou de deriva, as correntes de maré, o regime hídrico continental, que comanda o afluxo de sedimentos e, cada vez mais, a acção humana. Estes agentes, que constituem as variáveis independentes, actuam através de um conjunto de processos aqui designados por processos eólicos, marinhos, hídricos continentais e antropogénicos.

Os elementos forçadores ou agentes, caracterizados por um conjunto de parâmetros são, por sua vez, condicionados por uma série de factores, de natureza climatológica, geomorfológica, hidrológica e antropogénica.

As características do vento dependem: (i) do gradiente barométrico no varrido (*fetch*), que comanda a sua velocidade, (ii) da posição dos elementos isobáricos que condicionam a direcção do vento e (iii) da dinâmica deste factor que condiciona a variabilidade (velocidade e direcção) do vento (fig. 2). A acção do vento é ainda condicionada, nas áreas emersas, pela rugosidade da superfície topográfica e pela disponibilidade em sedimentos.

Elementos forçadores (agentes)	Parâmetros	Factores condicionantes
vento	<ul style="list-style-type: none"> velocidade direcção variabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> gradiente barométrico no varrido posição dos elementos isobáricos <i>rugosidade da superfície topográfica</i> <i>disponibilidade de sedimentos</i>
ondas	<ul style="list-style-type: none"> altura significativa ($A^{1/3}$) comprimento de onda (C) energia ($E=1/8 (gA^2)$) direcção de propagação velocidade ($v=C/T$) período 	<ul style="list-style-type: none"> vento <i>morfologia da plataforma continental</i> lito-estrutura disponibilidade e calibre dos sedimentos
mar		
marés	<ul style="list-style-type: none"> amplitude período 	<ul style="list-style-type: none"> atração interplanetária <i>configuração das bacias oceânicas</i> <i>sistemas anfitrómicos</i>
subida eustática (se)	se centenária	sistemas litorais
correntes longitorais ou de deriva	<ul style="list-style-type: none"> velocidade persistência 	<ul style="list-style-type: none"> orientação da linha de costa ângulo de incidência das ondas <i>morfologia da plataforma continental</i>
correntes de maré	<ul style="list-style-type: none"> velocidade persistência 	<ul style="list-style-type: none"> traçado da linha de costa sistemas litorais <i>morfologia da plataforma continental</i>
regime hídrico continental	regularidade	<ul style="list-style-type: none"> regime hídrico continental <i>bacias hidrográficas</i>
acção humana	<ul style="list-style-type: none"> densidade de ocupação tipo de uso do território 	<ul style="list-style-type: none"> condicionalismos legais atractividade turística construção de barragens artificialização do litoral

Fig. 2 – Factores condicionantes dos parâmetros de caracterização dos agentes forçadores

Fig. 2 – Conditioning factors of the forcing agents' characterising parameters

O mar, em permanente movimento, é forçado não só pelo vento, como se referiu, mas também pela atracção interplanetária, responsável pelas marés.

As ondas, resultado da interacção oceano-atmosfera, constituem a resposta ao elemento forçador, que é muito variável, traduzindo-se em ondas com distintos comprimentos de onda, altura significativa, energia, velocidade, direcção de propagação e período. Mas a sua acção é condicionada por outras variáveis, como a morfologia da plataforma continental, que comanda os fenómenos de deflecção, especialmente a refração das ondas, as características lito-estruturais da região, a disponibilidade de sedimentos e o seu calibre.

As marés, resultado da atracção interplanetária, revestem-se de características diferentes quanto à amplitude e ao período, por serem condicionadas pela configuração e características morfológicas das bacias oceânicas e pelos sistemas anfidrómicos que nelas se estabelecem e que comandam a progressão da onda/estádio de maré (fig. 2).

A subida eustática do nível do mar é presentemente, como já foi no passado, um elemento forçador da dinâmica dos sistemas litorais, sendo as suas consequências diversas, consoante os tipos de sistemas litorais presentes.

As correntes litorais (longilitorais e de maré) podem também considerar-se elementos forçadores, porque asseguram trocas sedimentares, nomeadamente as correntes longilitorais, designadas por derivas, já que garantem o transporte de sedimentos ao longo do litoral. A sua existência é condicionada pela orientação da linha de costa e pelo ângulo de incidência das ondas, dependendo o seu potencial não só das características do elemento forçador (o vento), mas também da morfologia da plataforma continental (fig. 2).

O regime hídrico continental comanda o afluxo de sedimentos, que pode ser regular ou irregular, mas depende do regime da precipitação (e da sua regularidade) e das características das bacias hidrográficas, nomeadamente da litologia e morfologia, mas também do seu uso e ordenamento.

Presentemente, outro elemento forçador é o ser humano, pelo que as acções antrópicas ou antropogénicas que ele exerce sobre o litoral não podem deixar de ser referidas.

Importa salientar que os elementos forçadores naturais são *especialmente* diversos: (i) as ondas, resultado da interacção oceano-atmosfera, têm alturas, comprimentos de onda e energias variáveis à escala do globo, mas são também variáveis no mesmo local, como consequência das modificações do gradiente barométrico no varrido, que tem uma variação estacional; (ii) as marés têm amplitudes e períodos distintos nos diferentes lugares do globo, em função do sistema anfidrómico que se estabelece nas diferentes bacias oceânicas. Os litorais, especialmente nas fachadas orientais dos continentes, são ainda afectados por temporais, a que se associa muitas vezes a sobrelevação do mar de natureza meteorológica (*storm surge*).

A variedade de que se revestem os elementos forçadores gera sistemas litorais variados, rochosos ou arenosos, que evoluem por processos e ritmos distintos. Acrescente-se que esta faixa de território tem largura variável em qualquer *escala temporal* considerada (minutos, horas, anos, milhares de anos), em função da dinâmica marinha.

2. Espaço e tempo na definição de litoral

Do exposto ressaltam os diversos elementos forçadores bem como a diversidade de factores condicionantes e a mobilidade do mar (elemento forçador fundamental), em qualquer escala temporal considerada, o que confere a esta faixa uma dinâmica permanente.

A praia constitui um bom exemplo da variabilidade da morfodinâmica litoral e também da necessidade de incluir no espaço litoral uma área submersa adjacente à praia emersa, ou praia propriamente dita (fig.3). A largura e a morfologia da praia é condicionada pelo estágio da maré e pelas ondas.

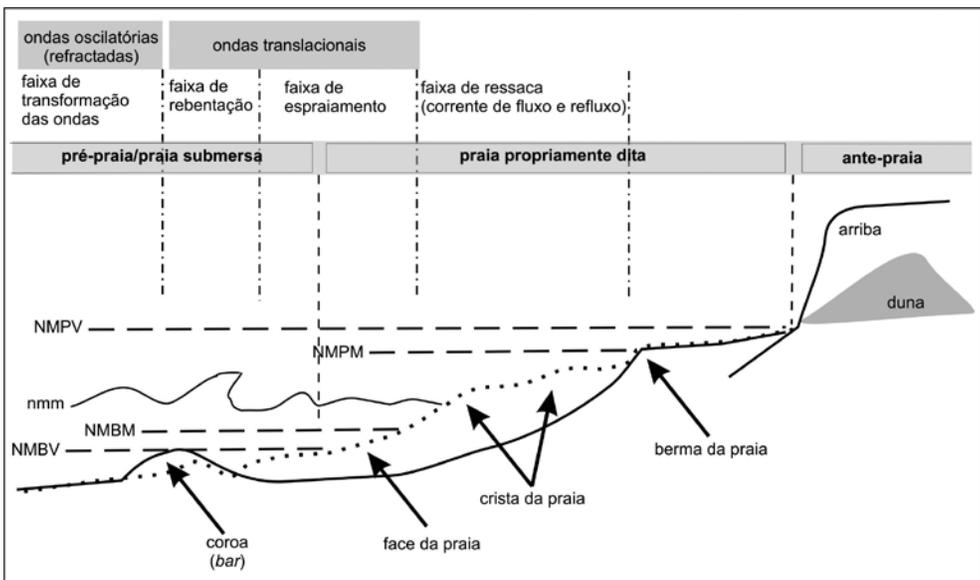


Fig. 3 – Diferenciação morfo-dinâmica da praia (perfil reflectivo a pontilhado, perfil dissipativo a traço contínuo)

Fig. 3 – Morphodynamic beach differentiation (reflective profile – dotted line, dissipation profile – full line)

Na dependência das ondas, a praia decompõe-se em diversas faixas, nomeadamente no domínio das ondas oscilatórias (já refractadas), na faixa de rebentação, na de espraiamento (ou espraio) e na faixa de ressaca. A praia apresenta perfis transversais diferenciados, consequência da variação estacional da energia das ondas, por sua vez resultante da variação do seu elemento forçador, i.e., do vento. Ela apresenta perfis do tipo *reflectivo*, *dissipativo* ou *intermédio*.

O primeiro ocorre após períodos prolongados de ondulação pouco energética, com transporte de areia da praia submersa para a praia emersa. A areia migra até aderir à berma de praia (fig. 3).

Porém, dependendo do clima de agitação marítima, a praia pode apresentar um perfil muito mais regular e côncavo (emagrecimento da praia), por perda de areia que se acumula na praia submersa, formando *coroas* (*bars*). No limite superior atingido pelas correntes de afluxo, ficam por vezes escarpas de erosão na areia. Em condições de equilíbrio dinâmico (em que não haja perdas de areia do sistema), esta areia retorna à praia, originando o perfil reflectivo. Para avaliar se há perdas no sistema é necessário proceder à análise temporal sucessiva dos perfis da praia e do volume de sedimentos.

A existência deste ciclo, evidenciado pelas trocas sedimentares entre a área emersa e a submersa adjacente, mostra como este sistema não deve ser avaliado apenas num momento nem exclusivamente a sua parte emersa, já que formam um todo que varia estacionalmente.

O litoral pode ter duas acepções espaço-temporais distintas, tendo em atenção a dinâmica actual e a herdada, presente de ambos os lados da linha de costa, nas denominadas plataforma litoral e plataforma continental. Na *acepção restrita*, o litoral é uma faixa de largura variável, nem sempre com limites bem definidos, na dependência directa e indirecta³ da acção do mar. Engloba os sistemas de praia, de arriba, de duna e as suas variadas combinações, bem como os sistemas de barreira e os das desembocaduras dos cursos de água (fig. 4). Na *acepção lata*, o litoral é também uma faixa de largura variável, nem sempre com limites bem definidos, mas que está, ou esteve, na dependência directa e indirecta da acção do mar. Engloba não só os sistemas dinâmicos litorais actuais, mas também os herdados. Nessa faixa não só a forma, mas sobretudo os depósitos, evidenciam a presença de antigos sistemas litorais, no decurso do Quaternário, presentes em áreas hoje emersas e submersas.

3. O espaço litoral no quadro do ordenamento do território

No quadro do ordenamento do território (OT), a mobilidade litoral tem sido geralmente menosprezada, sobretudo pelos técnicos e pelos responsáveis pelo ordenamento e gestão. O litoral tem sido concebido como um espaço com limites rígidos, bem definidos, referidos a seguir, quer do lado das terras emersas quer das submersas, e com dinâmica pouco variada no tempo. Esta concepção tem conduzido a que se pretenda fixar um espaço diversificado que, por natureza, é constantemente móvel, em qualquer escala temporal considerada, como foi referido.

Em Portugal, na sequência da reunião plenária da Conferência das Regiões Periféricas Marítimas da CEE, em Creta, em 1981, quando foi aprovada *Carta Europeia do Litoral*, foi publicado o Decreto-Lei n.º 302/90 de 26 de Setembro, que estabelece os princípios a que deve obedecer a ocupação, uso e transfor-

³ As dunas são formas de relevo litoral. Porém, não são formadas directamente pela acção do mar, mas a sua existência depende da presença de sedimentos trazidos pelo mar até às praias.

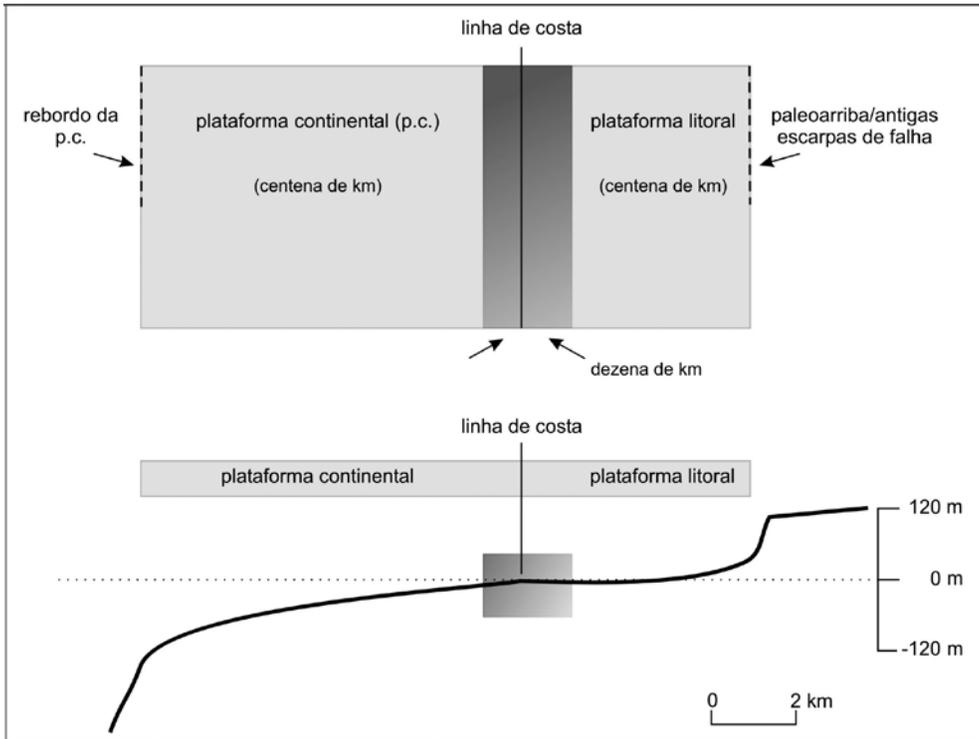


Fig. 4 – Litoral na acepção lata e restrita
 Fig. 4 – Coastal area in the broad and strict sense

mação da faixa costeira, como consequência da crescente procura e ocupação do *litoral* e, de uma forma geral, *da faixa costeira*. No artigo 1, n.º 2 – refere-se (para efeitos do presente diploma), “entende-se por faixa costeira a banda ao longo da costa marítima, cuja largura é limitada pela linha de máxima praia-mar de águas vivas equinociais e pela linha situada a 2 km daquela para o interior.” Legislação posterior, Decreto-Lei n.º 309/93 de 2 de Setembro, institui os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), que visam “a protecção de integridade biofísica do espaço, a valorização dos recursos existentes na orla costeira e a conservação dos valores ambientais e paisagísticos”. É definida como faixa de protecção litoral a área compreendida entre 500m contados da linha que limita a margem das águas do mar e a batimétrica de - 30m (fig. 5).

No quadro do ordenamento do território, a concepção imobilista, de um espaço tão densamente povoado como o litoral, tem conduzido a diversos conflitos, nomeadamente nos sistemas baixos e arenosos como os de praia e de praia-duna, onde a acção dos elementos forçadores (naturais) e as acções antrópicas têm sido responsáveis por erosão.

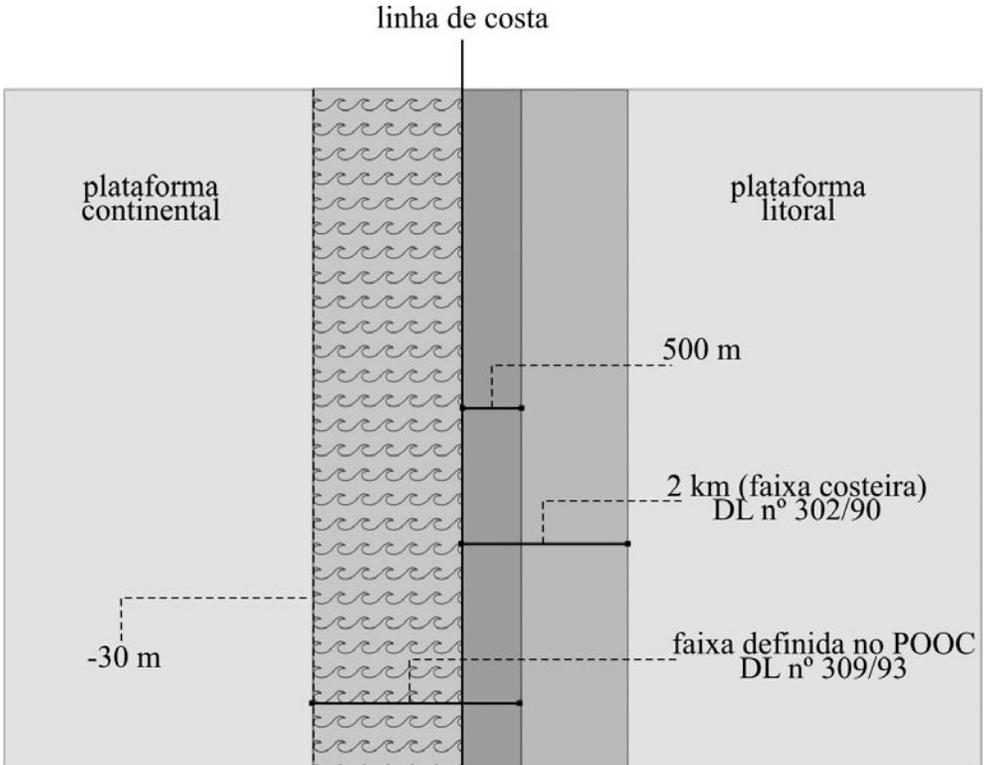


Fig. 5 – A delimitação do espaço litoral em algumas leis da República
 Fig. 5 – Definition of coastal area according to the Portuguese law

II. O SISTEMA PRAIA: DINÂMICA E MONITORIZAÇÃO

A praia é um sistema litoral de acumulação de sedimentos, da areia ao bloco, depositados pelo mar e que se mantêm soltos. A sua mobilidade depende, como se referiu, de um conjunto de agentes, os forçadores, decorrentes da acção das ondas (que podem ter propriedades diversas) e do seu ângulo de incidência na linha de costa, a que se associa a variação constante da posição do nível do mar, na sequência do estágio da maré, e de parâmetros morfológicos, como o declive e a micromorfologia da praia, e de parâmetros sedimentológicos, como o calibre dos sedimentos. Foi o dinamismo da praia que conduziu a escolhê-la para ilustrar a importância da sua monitorização para um correcto ordenamento dos litorais baixos arenosos.

O estudo da dinâmica das praias e da sua tendência evolutiva (em erosão, estável ou em acumulação) implica o recurso a vários equipamentos e a um conjunto de procedimentos, cuja sequência está esquematizada na figura 6.

O exemplo da praia da foz do Lizandro

Para ilustrar a *dinâmica da praia* utiliza-se a variação da sua morfologia e do seu volume (componentes clássicas no estudo da sua dinâmica), avaliados com base no seu perfil, por exigirem procedimentos relativamente simples para monitorizar a praia. Os elementos apresentados referem-se a dois dias do Outono de 2005: 19 de Outubro e 16 de Novembro.

Seguindo a sequência expressa na figura 6a, apresenta-se o exemplo de um perfil – o P5 (é apenas um dos cinco efectuados nesta praia, número considerado significativo para ilustrar a sua dinâmica: fig. 6b).

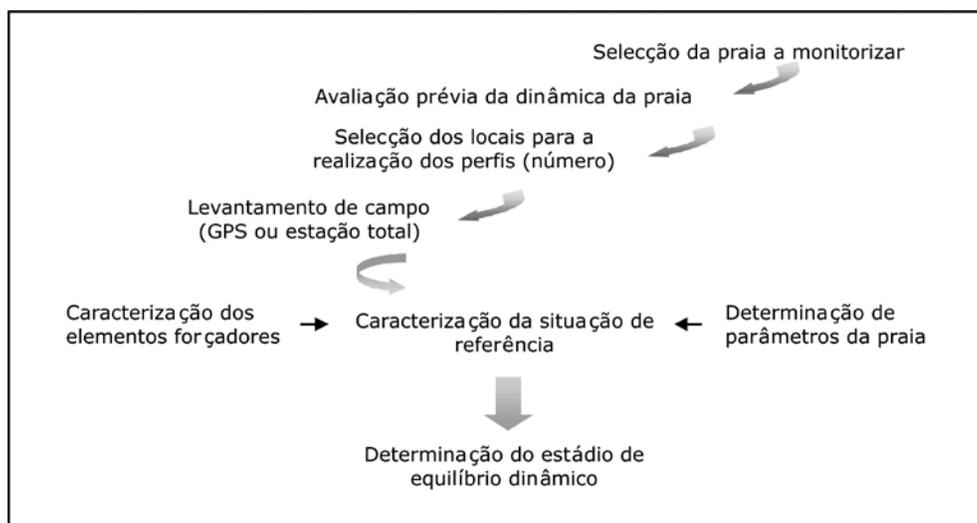


Fig. 6a – Da monitorização à avaliação do estágio de equilíbrio de uma praia
 Fig. 6a – From monitoring to evaluating a beach's state of balance



Fig. 6b – Praia da foz do Lizandro, onde foi efectuado o perfil 5 (P5). A seta indica o sentido da deriva dominante
 Fig. 6b – Foz do Lizandro beach, where Profile 5 was taken (P5). The arrow indicates the direction of the longshore drift

A partir de um ponto de origem, previamente seleccionado e georeferenciado, estabelece-se um conjunto de pontos alinhados até à praia submersa, também eles georeferenciados, para permitir a repetição do perfil em diversos momentos, ou seja, a recolha sucessiva e sobreponível de perfis topográficos transversais à linha de costa. As altitudes desses pontos são posteriormente registadas (quadro II).

No caso apresentado, o levantamento foi feito com GPS de correcção diferencial pós-processamento (DGPS), mas podia ter sido feito com estação total ou por medição remota.

Os dois perfis obtidos nas datas referidas são muito diferentes e revelam variação de declive e de forma da praia. Essa diferença não deve ser imputada à amplitude da maré, que era muito semelhante. No dia 16, em que a praia tinha emagrecido, a amplitude de maré era até menor (fig. 7).

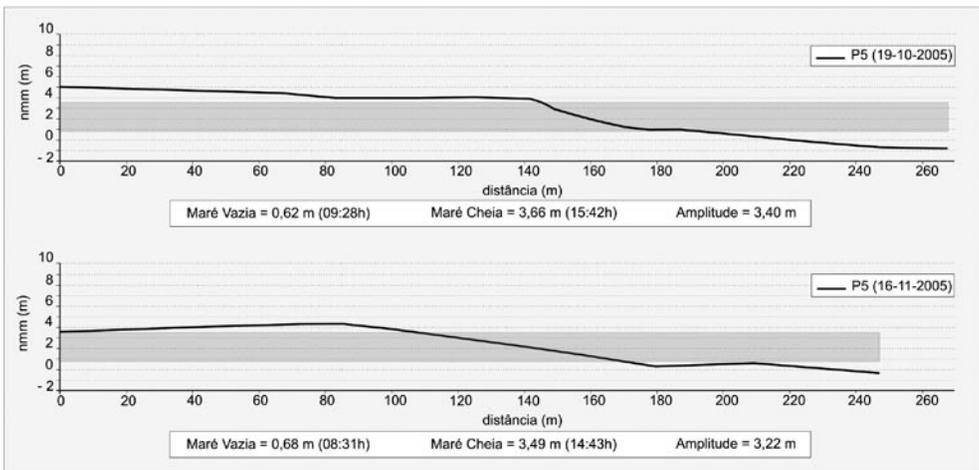


Fig. 7 – A mudança de declive, de forma e de volume da praia, nas duas datas consideradas
 Fig. 7 – Change in the slope, shape and volume of the beach in the two dates under consideration

Quadro II – Dados recolhidos com GPS de correcção pós-processamento (DGPS), no perfil 5, na praia da Foz do Lizandro, nos dois dias seleccionados
Table II – Data collected with post-processing GPS (DGPS) in profile 5, Foz do Lizandro beach, in the two selected days

p5 (reflectivo)				p5 (dissipativo)			
Distância observada entre os pontos (Dm)	D acumulada (m)	Altitude ortométrica* P5 (19-10-2005)	Erro (DGPS)	Distância observada entre os pontos (Dm)	D acumulada (m)	Altitude ortométrica* P5 (19-10-2005)	Erro (DGPS)
0,00	0,00	5,12	0,50	0,00	0,00	3,42	0,41
69,94	69,94	4,50	0,50	32,93	32,93	3,79	0,44
13,86	83,80	4,10	0,50	36,92	69,85	4,12	0,45
33,64	117,44	4,15	0,50	24,52	94,37	3,91	0,45
24,19	141,63	3,99	0,51	79,02	173,39	0,50	0,45
8,33	149,96	2,92	0,50	7,29	180,68	0,13	0,35
16,65	166,61	1,57	0,46	18,94	199,62	0,38	0,34
11,25	177,86	1,09	0,43	11,50	211,12	0,39	0,36
9,40	187,26	1,07	0,44	35,75	246,84	-0,49	0,37
53,05	240,31	-0,42	0,40				
27,10	267,41	-0,74	0,39				

* (Alt. Elipsoidal 144,158m – Alt. Ortométrica VGSJ 90,680m) = 53,478m

Os dois dias tratados foram antecidos por situações distintas no que respeita ao elemento forçador – o vento. Com efeito, no período que antecedeu o dia 19 de Outubro, e que começou no dia 12 desse mês, a dinâmica atmosférica caracterizou-se por uma situação de abrigo aerológico, que se intensificou, traduzida por um regime anticiclónico que bloqueou a passagem de superfícies frontais. A morfologia da praia traduz essa situação de abrigo, que desapareceu no dia 19, altura em que foi feito o levantamento de campo. Durante o mês de Novembro, sucedeu-se a passagem de um rosário de frentes, associadas a depressões mais ou menos cavadas. A praia respondeu morfologicamente a estas variações do elemento forçador e às diferentes características das ondas incidentes.

Em ambos os casos, as ondas provinham do quadrante Oeste, predominantemente de Noroeste (56% e 72% respectivamente; quadro III).

As ondas tiveram, nos dois períodos considerados, alturas e energias diversas, que conduziram ao emagrecimento da praia no dia 16 de Novembro, em que a energia da onda atingiu 15 824 Nm (J) e a praia perdeu 185,7m³/m de areia⁴ (quadro III).

⁴ Os volumes de areia da praia (V_0) foram calculados com três métodos distintos: método trapezoidal de cálculo dos volumes; método de Simpson e método de Simpson 3/8.

Quadro III – Síntese das características geradoras dos dois perfis com distintos volumes de areia

Table III – Synthesis of the forcing factors responsible for the two profiles with distinct sand volumes

	Período que engloba o dia 19 de Outubro (Leixões)	Período que engloba o dia 16 de Novembro (Sines)
Situação sinóptica	anticiclónica (abrigo aerológico)	depressionária
Altura significativa (m)	2,0	3,2
Altura máxima (m)	4,6	7,1
Período médio (s)	7,9	12,5
Período máximo (s)	11,1	19,5
Propagação da onda (%)	NW (56); SW (38)	NW (72); WNW (28)
Energia da onda (Nm) (J)	3095	15 824
Volume de areia na praia (m ³ /m)	716,7 ± 0,023	530,990 ± 0,023

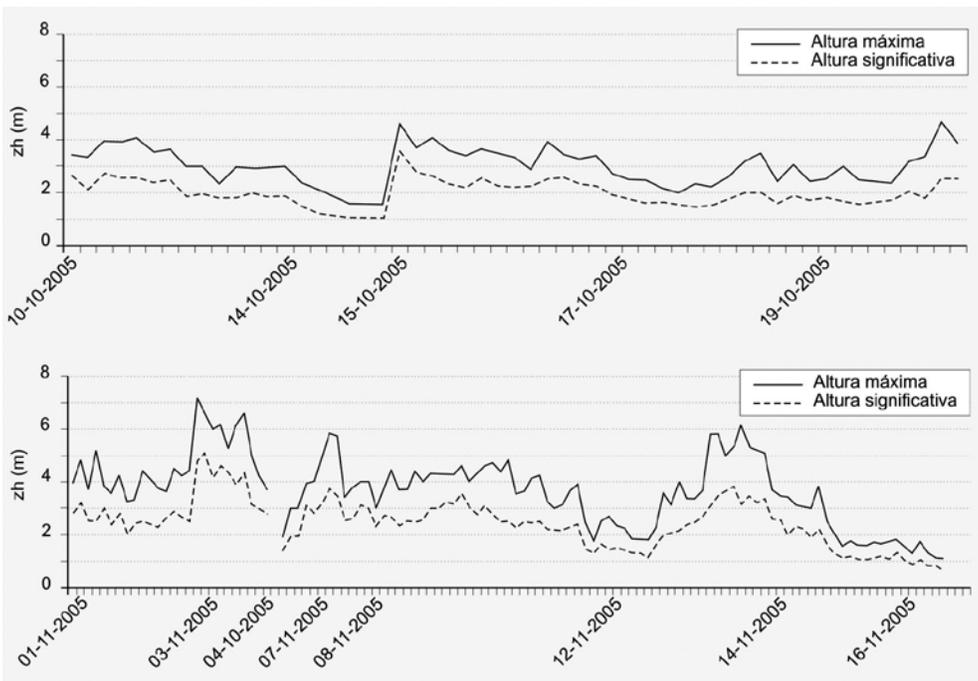


Fig. 8 – Variação da altura significativa e da altura máxima das ondas nos dois períodos considerados

Fig. 8 – Variation in the significant height and the maximum height of the waves in the two periods under consideration

A avaliação do estágio de equilíbrio dinâmico da praia é outro passo fundamental no seu estudo. Ele é função (i) da altura da onda na rebentação, (ii) do período da onda, (iii) do calibre dos sedimentos e (iv) da variação destes parâmetros no tempo, em cada lugar. De acordo com Pais-Barbosa *et al.* (2007⁵), a fórmula de Wright and Short (1984), para praias em domínio de micromaré e baixa mesomaré, pode ser aplicada com êxito em domínio de alta mesomaré, como sucede no litoral ocidental do território continental. O estágio de equilíbrio é definido pelo parâmetro ómega (Ω), utilizando a fórmula:

$$\Omega = \frac{H_b}{\bar{W}_s T}$$

em que H_b representa a altura da onda na rebentação, \bar{W}_s a velocidade de queda do sedimento médio e T o período da onda.

O valor Ω define limiares entre os estágios de equilíbrio dinâmico da praia, em que:

$$\Omega \begin{array}{c|c|c} \text{reflectiva} & \text{intermédia} & \text{dissipativa} \\ \hline & 1 & 6 \end{array}$$

A avaliação do estágio, reflectivo, dissipativo ou intermédio, implica o estudo da situação de referência e o acompanhamento (monitorização) ao longo de um período longo. As campanhas de campo deverão ser inicialmente quinzenais e posteriormente mensais ou semestrais. A utilização de câmaras de vídeo ou espectroscopia Airborne (*Airborne Laser Mapping*), com recurso a feixes múltiplos de raio laser, poderá evitar algumas das campanhas de campo para monitorização.

III. A GESTÃO INTEGRADA DA ZONA COSTEIRA (GIZC) OU DO LITORAL (GIL) NO QUADRO EUROPEU

A evolução do conhecimento científico sobre a dinâmica litoral, a densidade de ocupação e a atractividade desse espaço, bem como as intervenções a que tem vindo a ser sujeito conduziram ao conceito de ordenamento e gestão integrada do litoral (*Integrated Coastal Zone Management – ICZM* ou simplesmente *Gestão Integrada da Zona Costeira – GIZC* ou do litoral – *GIL*).

A gestão integrada da zona costeira (GIZC) é um processo multidisciplinar, que deve envolver os vários intervenientes no desenvolvimento, ordenamento e uso da zona costeira (ou litoral), cujo objectivo é a criação de programas e planos que permitam a protecção e o desenvolvimento sustentável dos recursos

⁵ Este trabalho, publicado em 2007, estava já disponível no início de 2006.

litorais e do ambiente. Visa assegurar um equilíbrio entre os objectivos ambientais, económicos, sociais, culturais e recreativos, dentro dos limites estabelecidos pelas dinâmicas naturais. ‘Integrado’ em GIZC significa a integração (i) de objectivos e também dos vários instrumentos necessários para os alcançar; (ii) de todas as áreas políticas, sectores e níveis da administração; (iii) das componentes terrestres e marinhas no espaço e no tempo (quadro IV).

A GIZC é um processo dinâmico, multidisciplinar e interactivo, promotor do ordenamento sustentável do litoral. Implica um ciclo completo que engloba quatro passos. O primeiro, que se poderá designar por *identificação e avaliação de desafios*, deve partir da caracterização da situação de referência. Pressupõe a existência de uma base de dados, em permanente actualização, com as características da dinâmica litoral em geral (no troço considerado) e também dos sistemas litorais em questão, com indicação do uso do território litoral e do estado de vulnerabilidade daqueles sistemas face ao uso existente ou previsto. Feita essa avaliação, a segunda fase deve traduzir-se no *desenvolvimento de políticas e planos*, de acordo com o diagnóstico feito na fase um. A fase seguinte implica a *implementação* das políticas anteriormente definidas, que devem ser *monitorizadas e avaliadas* no terreno, constituindo esta a última fase.

Quadro IV – Abrangência da GIZC
Table IV – GIZC coverage

Definições (Fontes)

Integrated coastal zone management was defined at an International Coastal Zone Workshop in 1989 as “a dynamic process in which a coordinated strategy is developed and implemented for the allocation of environmental, socio-cultural, and sustainable multiple uses of the coastal zone.” (CAMPNET, 1989). The key words and phrases in this definition can be expanded to make the definition more understandable: “dynamic process” indicates the constantly changing nature of the coast. The process of coastal zone management must be flexible to accommodate these changes. “coordinated strategy” is a plan or a program which may be spread amongst different groups or agencies working together. “allocation of environmental, socio-cultural and institutional resources” refers to apportioning and balancing the various natural and human resources in the coastal zone. “to achieve the conservation and sustainable multiple use of the coastal zone” refers to the need to preserve the coastal zone and to maintain and strengthen its many uses. (Cambers, 1992).

<http://www.cep.unep.org/issues/czm.php#de> (acedido em 17/2/2008)

Integrated Coastal Zone Management: The idea of sustainable development is encapsulated in the ICZM concept. Can be defined as “a continuous and dynamic process by which decisions are taken for the sustainable use, development and protection of coastal and marine areas and resources” (Cicin-Sain & Knecht, 1998). Fundamental to ICZM are the understanding of the relationships between coastal resources, their uses and the mutual impacts of development on the economy and the environment. As coastal resources are used simultaneously by the different economic and social sectors, ICZM can only be accomplished when all these uses, users and relationships are clearly known (UNEP, 1995). In recent years, ICZM has become the umbrella term for the various names including: coastal zone management; integrated coastal zone planning; integrated coastal management; coastal area planning and/or management; and integrated coastal resources planning and/or management (Hildebrand, 2002).

http://www.iaia.org/Non_Members/Conference/SEA%20Prague/Topic%20Papers/B5%20Coastal%20management.doc (acedido em 17/2/2008)

Ressalta-se a importância que tem a primeira fase, de diagnóstico, mas também a de acompanhamento (monitorização) das opções de ordenamento litoral tomadas.

De entre os diversos tipos de litoral, foram os litorais baixos e arenosos que primeiro foram sujeitos a processos de ordenamento, por serem constituídos por material solto e móvel, o que os torna particularmente susceptíveis aos elementos forçadores, cuja variabilidade já foi referida. Neles se integram a subida eustática do nível do mar, os temporais, associados a *storm surge*, conjuntamente com a diminuição do fluxo de sedimentos ao litoral, relacionados com a impermeabilização dos continentes e com o ordenamento das bacias hidrográficas, nomeadamente a construção de barragens. Por serem também troços litorais mais ou menos densamente ocupados, foi neles que se reconheceram primeiro os fenómenos erosivos. Foi também neles que se iniciaram as obras de defesa costeira.

Nesses litorais, quando em erosão, duas opções têm sido consideradas: o abandono ou a defesa costeira e, nesta última, a protecção pesada, com estruturas de defesa (espórões, diques, quebra mares destacados) e a protecção ligeira (alimentação artificial das praias e dunas; reconstituição do seu coberto vegetal).

A denominada “protecção pesada” perdurou durante toda a segunda metade do século passado, como medida quase exclusiva de defesa e prevenção, tendo-se, no entanto, verificado nalguns países a opção por protecção ligeira, com alimentação artificial das praias e reconstituição de dunas, em algumas troços litorais, já a partir da década de 1950, nos Estados Unidos, e da de 1960, na Europa, embora a sua generalização só ocorra a partir da década de 1980. Há experiências pontuais anteriores, ditadas pelas exigências do turismo e do lazer, como sucedeu em Portugal em 1950, na Praia do Tamariz, no Estoril, em que foram depositados 15 000 M m³ de areia.

1. As opções de ordenamento e gestão em litorais baixos e arenosos europeus

Desde 1991, quando foi elaborada a *Carta Europeia do Litoral*, que este é considerado *uma unidade de ordenamento de abordagem integrada*. Têm sido variadas as iniciativas levadas a cabo para a elaboração de uma estratégia concertada a nível europeu, tendo em conta a diversidade de situações dos sistemas e ecossistemas litorais e pressões de uso. Entre 1996 e até 1999, a Comissão Europeia desenvolveu um *Demonstration Programme on Integrated Coastal Zone Management*, com o objectivo de disponibilizar informação técnica sobre o desenvolvimento sustentável da zona costeira e estimular um debate alargado com os vários actores envolvidos no planeamento, ordenamento e uso das zonas costeiras europeias. Em 2000 foi apresentada pela Comissão, ao Concelho e ao Parlamento Europeu, uma Comunicação intitulada *Integrated Coastal Zone Management: a Strategy for Europe* (COM/2000/547), a qual foi adoptada a 27 de Setembro do mesmo ano. Em Maio de 2002 adopta-se a *Integrated Coastal Zone Management in Europe* (COM/00/545 of 8 Sept. 2000), (<http://ec.europa.eu/environment/iczm/comm2000.htm>). A docu-

mentação actual e histórica sobre este processo está disponível em http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_6/en/eea_report_6_2006.pdf.

Os litorais dos vários países europeus são morfologicamente muito diversos, são desigualmente conhecidos do ponto de vista dos seus sistemas naturais, estão submetidos a diferente intensidade dos elementos forçadores e têm opções e pressões de uso diversificadas (fig. 9). A erosão dos litorais baixos e arenosos é frequente e pode revestir-se de importância vital, como sucede na Holanda.

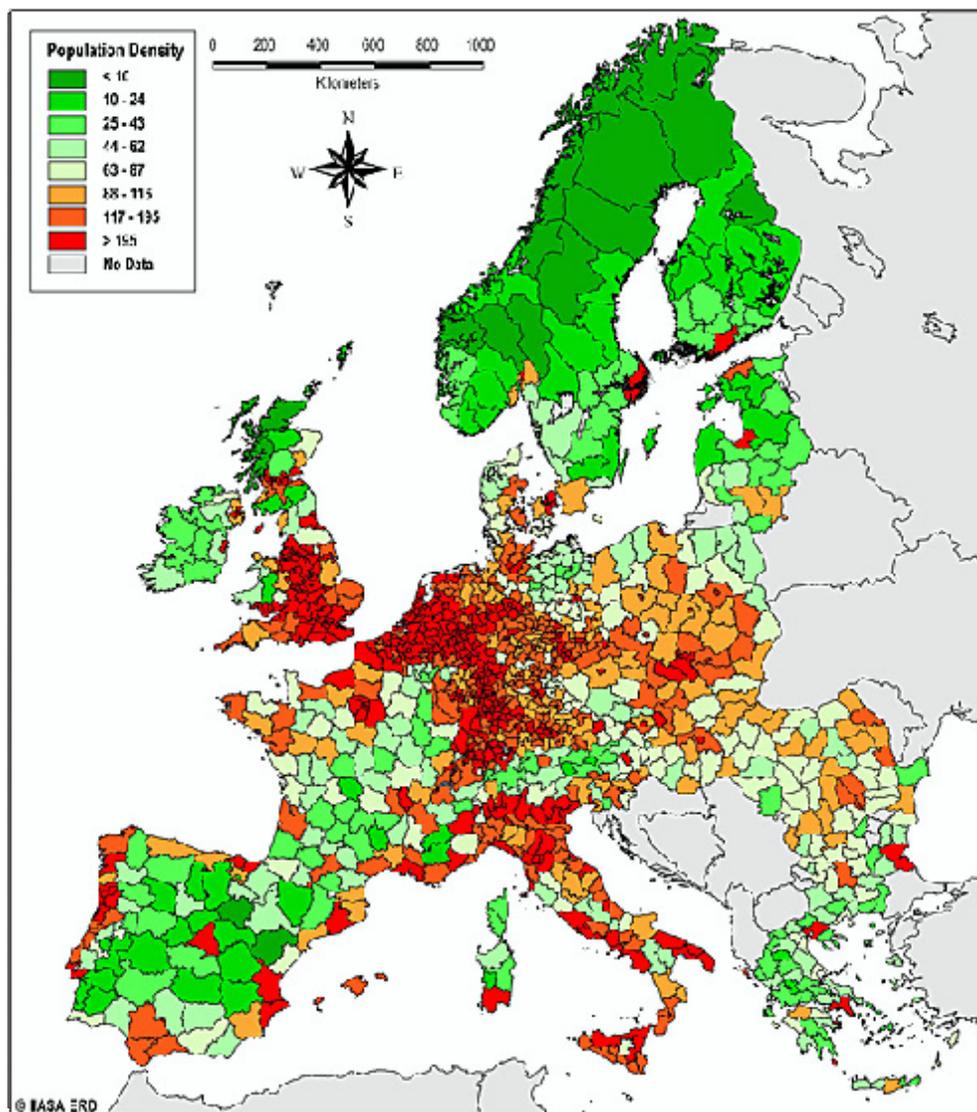


Fig. 9 – Densidade populacional (hab/km^2) na Europa, por Nuts 3, 2002. Fonte: IIASA ERD project
Fig. 9 – Population density (hab/km^2) in Europe, by NUTS 3, 2002. Source: IIASA ERD project
[Coloured image in the online edition]

A protecção ligeira é a opção mais frequentemente utilizada no mundo ocidental (fig. 10 A e B). Porém, a opção dos vários países é diversa.

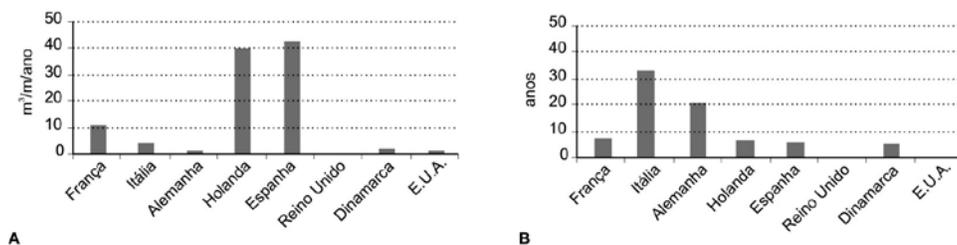


Fig. 10 – Volume da alimentação anual por m de linha de costa (A) e intervalo médio entre realimentações (B), de acordo com Hanson *et al.*, 2002

Fig. 10 – Volume of annual nourishment per metre of coastline (A) and average interval between re-nourishments (B), according to Hanson et al., 2002

A Itália, a França e a Espanha formam um conjunto de países onde a protecção litoral se reveste de grande importância, embora não esteja ainda completamente implementada uma política de *CIZM*. Em Itália, onde se iniciou a alimentação artificial das praias em 1969, não existe uma estratégia de longo prazo de ordenamento e gestão do litoral, nem é efectuada uma monitorização sistemática das acções desenvolvidas, salvo para o lido de Veneza. A gestão tem sido da responsabilidade do Estado, mas a análise custo (nacional) – benefício (particular, especialmente operadores turísticos e das respectivas regiões) deixa antever para breve que essa responsabilidade passe para as regiões.

Em França, a alimentação artificial das praias, iniciada em 1962, serviu durante muito tempo para depositar os sedimentos dragados dos portos para manutenção da profundidade do canal de navegação. Sucedia que o calibre do material dragado nem sempre era o mais aconselhado para a alimentação. A Lei do Litoral, de 1986, veio proibir a criação de praias artificiais. As actualmente existentes com problemas de erosão são alimentadas artificialmente na face da praia, sendo promovida a reconstrução de dunas, quando presentes. Também aqui não existe uma *GIZC*. As medidas são mitigadoras e preventivas e não há uma avaliação sistemática das alimentações efectuadas, apesar de serem tidos em consideração vários parâmetros relacionados com os elementos forçadores, com a morfologia da plataforma continental próxima e o calibre dos sedimentos de fundo. Estima-se que, de 1995 a 2015, sejam necessários 209 M m³ de seixo e 224 M m³ de areia para alimentar as praias francesas.

Em Itália e em França tem prevalecido uma atitude de resistência e manutenção na política de ordenamento e gestão destes tipos de litoral, com recurso a protecção pesada e ligeira, mas sem uma monitorização sistemática (Hanson *et al.*, 2002 e Hamm, 2002).

Espanha, onde as praias são públicas, iniciou a protecção ligeira, com recurso a alimentação artificial das praias, em 1983. Aqui as praias devem ter sempre pelo menos 60m de largura de areia seca para fins recreativos (turismo). Este tipo de protecção é complementado com estruturas pesadas. A atitude espanhola tem sido a de mudança da posição da linha de costa para assegurar os 60m de areia seca.

Outros países europeus têm feito diferentes opções. A Dinamarca, por exemplo, promove o reforço das dunas e a alimentação artificial das suas praias anualmente, desde 1974. Para tal é exigido o conhecimento da taxa de erosão, o tempo de vida ou de residência do volume de areia que serviu para a alimentação, sendo considerado o factor de eficácia (FE):

$$FE = \frac{\text{Taxa de erosão prévia}}{\text{Taxa de erosão com alimentação}}$$

A avaliação das praias é feita anualmente com recurso a perfis de praia de 200 em 200m e a das dunas, de cinco em cinco anos por análise aerofotogramétrica. A política dinamarquesa visa restabelecer e manter o nível de segurança contra as inundações litorais com um período de retorno de 100 anos e parar a erosão das praias junto a cidades. Por outras palavras, visa o reforço das dunas e a manutenção da praia protectora.

Na Alemanha, iniciou-se a alimentação artificial em 1951. Para essas acções, têm vindo a ser considerados parâmetros que importa referir: (i) altura atingida pelo nível de *storm surge* sem promover galgamento das dunas ou das brechas nas dunas; (ii) taxa de transporte da deriva litoral; (iii) nível atingido, na praia, pela corrente de afluxo; (iv) profundidade de fecho; (v) calibre da areia (da praia e da alimentação artificial, que deverá ser idêntica ou mais grosseira do que a original). As alimentações artificiais são complementadas por armadilhas de areia, para minimizar o transporte eólico. Se a alimentação é cientificamente programada, o acompanhamento (monitorização) sistemático é inexistente, assim como a avaliação.

A Holanda, pelas características dos seus 523 km de litoral, tem, desde 1990, o que se pode designar por uma política de prevenção dinâmica do seu litoral. Esta consiste não só na promoção da re-alimentação artificial de praias, mas também do reforço e manutenção das dunas. A alimentação artificial é feita com um volume de sedimentos que pressupõe o conhecimento da taxa de erosão (e de todos os parâmetros nela envolvidos). Esse volume de alimentação (VA) corresponde:

$$VA = (\text{tempo de vida} \times \text{perda anual em 10 anos}) + 10\text{-}20\% \text{ correcção}$$

O acompanhamento é feito anualmente com recurso a perfis transversais de praias e de dunas, espaçados de 200-250m. Todo o processo é suportado a nível nacional, através de delegações regionais, coadjuvadas a nível regional pelos Conselhos da Água.

O Reino Unido iniciou, em 1950, a alimentação artificial de praias com recurso a sedimentos recolhidos noutras praias, prática abandonada em 1972, quando os dragados se passaram a efectuar na respectiva praia submersa. São vários os parâmetros tidos em conta, nomeadamente: (i) as características geomorfológicas e processos de cada célula litoral (Komar, 1998); (ii) o factor de eficácia (FE); (iii) o período de retorno de episódios geradores de inundações; (iv) o transporte pela deriva litoral; (v) as correntes de maré e o clima de agitação marítima e, mais recentemente, (vi) as mudanças futuras da linha de costa; (vii) AIA (Avaliação de Impacto Ambiental); (viii) a razão custo-benefício. Complementarmente, o acompanhamento (monitorização) é feito com perfis de praia, efectuados mensal e anualmente. Saliente-se que estes englobam também a praia submersa, o que permite avaliar de modo mais preciso a perda de sedimentos do sistema.

Estes países revelam uma prática de ordenamento e gestão do seu litoral, em geral, e da linha de costa, em particular, com bases científicas e uma grande adaptabilidade, uma vez que encontram soluções diversas, tendo em conta que os pressupostos mudam e que se pretendem tratar os problemas fundamentais.

2. A importância da monitorização

A avaliação das experiências europeias conduziu Hann *et al.* (2002) a propor as seguintes orientações para o ordenamento e gestão integrada do litoral:

- (i) compreensão dos processos morfodinâmicos numa escala espacial e temporal adequadas, usando o conceito de células litorais (Komar, 1996), e o uso de estratégia preventiva mais do que mitigadora e remediativa;
- (ii) conhecimento dos processos na faixa de espraiamento ao longo do perfil da praia;
- (iii) conhecimento da variação sazonal da praia e dos elementos forçadores – ondas, vento, *storm surge*;
- (iv) caracterização sedimentológica das praias e dos sedimentos usados para as alimentar;
- (v) uso de modelos numéricos;
- (vi) trabalhar com e não contra a Natureza, implicando um melhor conhecimento da variabilidade litoral baseada num esforço de monitorização a longo prazo;
- (vii) uso de técnicas de vídeo para monitorizar.

Os parâmetros propostos que permitem seguir aquelas orientações são os que em seguida se enumeram: (1) níveis atingidos por *storm surges*; (2) avaliação do transporte de sedimentos efectuado pela deriva litoral; (3) conhecimento dos níveis atingidos pela corrente de afluxo; (4) determinação da profundidade de fecho; (5) altura (significativa e máxima) e direcção de propagação das ondas; (6) distribuição espacial do calibre dos sedimentos; (7) perda por transporte

eólico; (8) conhecimento dos elementos morfológicos da praia (nomeadamente altura e largura da berma), para o cálculo do volume de enchimento por metro de praia; (9) razão entre os sedimentos de alimentação e os naturais; (10) uso ou não de estruturas de suporte; (11) cálculo do período de alimentação; (12) criação de uma base de dados actualizável para permitir a avaliação e a definição de medidas imediatas; (13) utilização de programas informáticos simples, que permitam a actualização da informação disponível.

De acordo com os fins a que se destinam (fins recreativos, de protecção contra as cheias litorais e estéticos), as alimentações artificiais devem ter em conta o factor de preservação (FP), o factor recreativo (FR), o factor de valores naturais (FVN) e o factor de protecção às inundações (FPI), assim definidos de acordo com Hann *et al.* (2002):

$$FP = \frac{\text{Tempo de vida sem alimentação}}{\text{Tempo de vida previsto}}$$

$$FR = \frac{\text{Largura da praia antes da alimentação}}{\text{Largura da praia depois da alimentação}}$$

$$FVN = \frac{\text{Tempo de vida da base da duna estabilizada sem alimentação}}{\text{Tempo de vida da base da duna estabilizada com alimentação}}$$

$$FPI = \frac{\text{Tempo de vida do perfil da duna sem alimentação}}{\text{Tempo de vida do perfil da duna com alimentação}}$$

IV. GIZC EM PORTUGAL

Portugal, com aproximadamente 1853km de linha de costa (cerca de 950km no território continental e 691km nas regiões autónomas) não tem ainda⁶ uma *GIZC*, para um espaço tão importante na economia nacional. Esta ausência não significa que os problemas de erosão do litoral não sejam há muito conhecidos. Em Espinho, por exemplo, as primeiras obras de defesa costeira, em madeira, foram efectuadas já no século XIX.

De acordo com as orientações da União Europeia, Portugal desencadeou nos finais de 2005 o processo de elaboração de uma Estratégia para a *GIZC*. Apesar do valor socio-económico do litoral, este não tem sido tratado como um *continuum*, sendo a sua dinâmica desigualmente conhecida. Os dados existentes, que permitem avaliar o estágio de equilíbrio morfodinâmico de vários troços,

⁶ O MAOTDR publicou em 2007, o trabalho desenvolvido por um grupo de investigadores, coordenado pelo Prof. Veloso Gomes, sobre a gestão integrada da zona costeira.

estão dispersos, não existe uma base de dados com a informação já disponível, para além da complexidade institucional que tutela o litoral.

Em 2007, Nunes Correia (em MAOTDR, 2007) escrevia “o processo de litoralização, traduzido na crescente procura, ocupação e utilização dos recursos do litoral tem originado situações de desequilíbrio, que se manifestam na erosão costeira generalizada, em alguns casos com gravíssimas consequências na destruição dos habitats, na perda da biodiversidade, na poluição das águas costeiras e estuarinas, na destruição da qualidade da paisagem e na alteração da quantidade e qualidade da água” (p.13).

O Grupo de Trabalho (GT) para a GIZC começou por definir zona costeira e litoral (p.35-37), tendo adoptado a seguinte terminologia para efeitos de ordenamento e gestão: litoral, zona costeira, orla costeira e linha de costa (fig.11) Litoral, designação mais abrangente, que engloba porções de território influenciadas directa ou indirectamente pela proximidade do mar; zona costeira, mais restrita, diz respeito ao território cujos sistemas biofísicos são influenciados directa ou indirectamente pelo mar; orla costeira, espaço menos largo do que os anteriores, onde o mar é o agente principal, secundado pelo vento.

Para gerir estes diferentes espaços tão dinâmicos, mas também de grande importância económica para o país, o GT considerou nove princípios fundamentais que aqui se enumeram: sustentabilidade e solidariedade intergeracional; coesão e equidade social; prevenção e precaução; abordagem sistémica; suporte

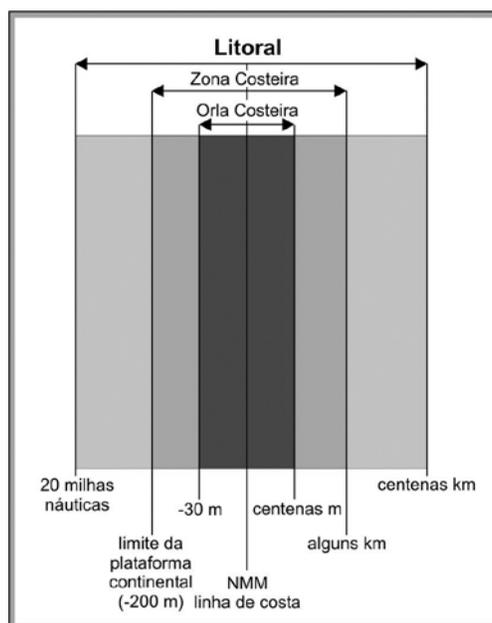


Fig. 11 – Terminologia usada pelo grupo de trabalho. Fonte: MAOTDR, 2007

Fig. 11 – Terminology used by the working group. Source: MAOTDR, 2007

científico e técnico; subsidiariedade; participação, co-responsabilização e operacionalidade. Esses princípios orientam os oito objectivos essenciais, que integram 37 opções estratégicas. De entre eles salientam-se os seguintes:

- (i) a cooperação internacional e integração comunitária;
- (ii) o reforço e a promoção da articulação institucional, incluindo o reformular do quadro jurídico, com a elaboração de uma Lei de Bases da Zona Costeira, atribuição da coordenação e responsabilização da GIZC a uma única entidade gestora, com um novo modelo de competências;
- (iii) a conservação de recursos e do património natural e paisagístico, valorizando o património natural, promovendo a sua integração na Rede Nacional de Conservação da Natureza e compatibilizando os usos e as actividades com a conservação;
- (iv) a qualificação da zona costeira e o desenvolvimento sustentável de actividades e usos específicos, através de mecanismos de gestão e meios financeiros que permitam a valorização da zona costeira, a melhoria das condições de vida da população, o incentivo à inovação na exploração de recursos e ao desenvolvimento do transporte marítimo;
- (v) a minimização de situações de risco e de impactes ambientais, sociais e económicos, através da intervenção em áreas de elevada susceptibilidade a perigos de origem natural e/ou humana, salvaguarda de áreas vulneráveis através de planos de contingência e de gestão adaptativa e prospectiva, assim como articulação das entidades competentes na intervenção em situações de emergência, bem como da análise custo-benefício de intervenções sujeitas a impacte ambiental ou previstas nos instrumentos de gestão territorial;
- (vi) a concepção de políticas operacionais integradas, permitindo uma visão prospectiva e articulada espacialmente;
- (vii) a promoção do conhecimento e da participação pública, incentivando a participação do cidadão, promovendo a investigação científica e reformulando os *curricula* dos vários níveis de ensino de forma a integrar as temáticas relacionadas com a zona costeira;
- (viii) a avaliação integrada de políticas e de instrumentos de gestão, através de uma monitorização contínua e cientificamente apoiada, acompanhada do reforço da acção de fiscalização.

Às opções estratégicas, apenas referidas sumariamente, foram posteriormente associadas medidas, organizadas em jurídicas, institucionais e administrativas, operativas e financeiras; propõe-se também a reorientação dos recursos humanos, visando a operacionalidade das Bases Estratégicas. (MAOTDR, 2007).

Foram consideradas quatro medidas estruturantes: A “Lei de Bases da Zona Costeira”; o Sistema Organizativo; o Programa de Acção e a Monitorização. Aguarda-se ainda a implementação destas medidas e de toda a Gestão Integrada da Zona Costeira.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a Jorge Trindade a disponibilização dos dados de campo sobre a praia da foz do Rio Lizandro, que fazem parte da sua investigação em curso. Agradece ainda a Raquel Paixão e a Elisabete Nunes a preparação de algumas figuras para publicação e a formatação final do texto. Deseja também expressar o reconhecimento aos revisores científicos pela leitura do texto e pelas sugestões formuladas.

BIBLIOGRAFIA

- Brown J, Colling A, Park D, Phillips J, Rothery D, Wright J (1993) *Waves, Tides and Shallow-Water Processes*. Pergamon Press, 3.^a ed., Oxford.
- Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on Integrated Coastal Zone Management: a Strategy for Europe (COM/2000/547), adopted 27 September, 2000. <http://ec.europa.eu/environment/iczmm/comm2000.htm> [Acedido em 17/2/2008].
- FAO – FAO Fisheries Glossary. <http://www.fao.org/fi/glossary/default.asp> [Acedido em 17/2/2008].
- Hamm L, Capobianco M, Dette H H, Lechuga A Spanhoff R, Stive M J F (2002) A summary of European experience with shore nourishment. *Coastal Engineering*, 47(2): 237-264.
- Hanson H, Brampton A, Capobianco M, Dette H H, Hamm L, Laustrup C, Lechuga A, Spanhoff R (2002) Beach nourishment projects, practices, and objectives – an European overview. *Coastal Engineering*, 47(2): 81-111.
- EEA (2006) *The changing faces of Europe's coastal areas*. EEA Report No 6/2006, EEA (European Environment Agency) and OPOCE (Office for Official Publications of the European Communities) http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_6/en/eea_report_6_2006.pdf . [Acedido em 17/2/2008].
- Komar P D (1998) *Beach processes and sedimentation*. Second edition, Prentice Hall, Upper Saddle River New Jersey.
- MAOTDR (2007) *GIZC. Bases para a estratégia de gestão integrada da zona costeira*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, Lisboa.
- NSC – EHC Environmental Health Center Glossary. NSC Org. <http://www.nsc.org/ehc/glossary.htm> [Acedido em 17/2/2008].
- Pais-Barbosa J, Veloso-Gomes F, Taveira-Pinto F (2007) Coastal features in the energetic and mesotidal west coast of Portugal. *Journal of Coastal Research*, ICS2007, Proceedings of the 9th International Coastal Symposium, SI 50, Gold Coast, Australia, 459-463.
- Ramos-Pereira A (2001) *O(s) oceano(s) e as sua margens*. Cadernos de Educação Ambiental, 5, Ed. Instituto de Inovação Educacional, Lisboa.
- European Rural Development (ERD) (2002) *IIASA ERD project*. Maps: Demography. Europe's population density for NUTS3 levels areas. http://www.iiasa.ac.at/Research/ERD/DB/mapdb/map_9.htm [Acedido em 17/2/2008].
- Vanney J-R (2002) *Géographie de l'Océan Global*. Éditions des Archives Contemporaines, Collection Géoscience, Contemporary Publishing International, Paris.
- Wright L D, Short A D (1984) Morphodynamic variability of surf zone and beach: a synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.