

CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS ESTUARINAS DO TEJO

Paula FREIRE

Geóloga, LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.218443637, pfreire@lnec.pt

Rui TABORDA

Geólogo, GeoFCUL / LATTEX, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa, +351.21750000, rtaborda@fc.ul.pt

César ANDRADE

Geólogo, GeoFCUL / CG, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa, +351.21750000, candrade@fc.ul.pt

Resumo

A presença de praias de areia ou cascalho é comum a muitos estuários, estando a sua génese e evolução muitas vezes ligada à acção de ondas geradas por ventos locais em áreas de *fetch* restrito. A evolução das praias estuarinas, ao contrário das praias em zonas costeiras abertas, é ainda mal conhecida e depende fortemente de factores locais, como a amplitude de maré, vento ou alterações da linha de costa provocadas pelo Homem. O objectivo do presente estudo foi caracterizar do ponto de vista morfológico e sedimentar as praias do estuário do Tejo, de modo a avaliar a sua resposta aos agentes forçadores naturais e antrópicos. Este será o ponto de partida para o desenvolvimento de metodologias de previsão da sua evolução. A morfologia particular do estuário do Tejo, caracterizada por uma zona interior extensa, de baixos fundos e alinhada à direcção dominante dos ventos, favorece a presença de praias de areia na sua margem esquerda entre Alcochete e Alfeite. Estas praias são actuadas exclusivamente por ondas de geração local e são constituídas por uma face de praia arenosa inclinada que contacta com um raso de maré extenso e sub-horizontal, com importante componente silto-argilosa. As características texturais indicam fraca remobilização, com excepção do sector da Base Aérea (Montijo) onde apontam para condições de maior energia. Relativamente à origem, os sedimentos arenosos das praias interiores têm origem em fontes locais, enquanto apenas no canal de embocadura, a jusante de Almada, se observa mistura com materiais de fácies marinha.

Palavras chave: praias, estuário, morfologia, sedimentos, Tejo



1 - INTRODUÇÃO

Os estuários são zonas preferenciais de acumulação de sedimentos finos apresentando nas suas margens rasos de maré e sapais constituídos por sedimentos essencialmente silto-argilosos. No entanto, a presença de praias de areia ou de cascalho no interior de estuários é frequente. Estes depósitos de sedimento não consolidado formam-se em áreas onde a configuração fisiográfica é favorável, onde há sedimento disponível e suficiente energia das ondas e das correntes de maré para o transportar (NORDSTROM, 1992). Embora num estuário possam surgir praias, sobretudo na zona da embocadura, onde actuadas por ondas oceânicas, as praias interiores, abrigadas da influência do oceano, resultam exclusivamente da acção de ondas geradas por ventos locais numa situação de *fetch* restrito. Neste caso, têm características morfológicas distintas das praias oceânicas, principalmente devido à importância da amplitude de maré relativamente à altura das ondas. Aquela condiciona a largura da praia e a morfologia de cada sector do perfil, devido à distribuição vertical da energia das ondas. Além disso, a influência de outros factores locais, como a orientação da linha de costa, a configuração dos fundos adjacentes, o vento e condicionamentos antrópicos, assume maior relevância do que em zonas costeiras abertas sem restrição de *fetch* (NORDSTROM, 1980; JACKSON e NORDSTROM, 1992). A evolução a médio e longo termo das praias estuarinas parece depender, sobretudo, da ocorrência de eventos extremos de baixa frequência (FREIRE e ANDRADE, 2000; JACKSON *et al.*, 2002).

Embora as praias estuarinas sejam elementos comuns a muitos estuários, o interesse pelo seu estudo é recente. A crescente ocupação antrópica das zonas marginais dos estuários tem favorecido, em alguns casos, a eliminação de praias naturais e noutros, a criação de praias artificiais. Simultaneamente, tem-se verificado uma procura crescente desses locais devido ao seu elevado potencial para actividades de lazer. Assim, nas últimas duas décadas aumentou a preocupação com a protecção das praias estuarinas devido igualmente ao reconhecimento da sua riqueza faunística e florística e do seu papel como elementos dissipadores de energia das correntes e das ondas, protegendo os terrenos interiores contra a erosão. Vários estudos têm sido desenvolvidos no sentido de caracterizar estas praias e de compreender a sua resposta aos agentes forçadores (NORDSTROM *et al.*, 1991; JACKSON e NORDSTROM, 1992; JACKSON e NORDSTROM, 1993; KENNEDY, 2002) e apresentados alguns modelos evolutivos (NORDSTROM e JACKSON, 1992; MAKASKE e AUGUSTINUS, 1998; HEGGE *et al.*, 1999).

O presente trabalho visa identificar e caracterizar, do ponto de vista morfológico e sedimentar, as praias do estuário do Tejo sujeitas exclusivamente à acção das ondas de geração local. Estas praias têm mostrado uma procura crescente para actividades de lazer, nomeadamente, para fins balneares. No entanto, os modelos evolutivos destes elementos integrantes das margens estuarinas ainda são pouco conhecidos, nomeadamente, a sua resposta à pressão antrópica. Assim, o objectivo deste estudo é contribuir para a compreensão dos processos intervenientes e servir de ponto de partida para o desenvolvimento de metodologias de previsão de evolução. Com base na análise de fotografia aérea e reconhecimentos de campo identificam-se as praias e apresentam-se as suas principais características morfológicas. A caracterização sedimentológica baseia-se em parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas, resultantes da análise de amostras recolhidas na face de praia. Com base nos resultados obtidos discute-se, ainda, a proveniência das areias das praias estuarinas.

2 - ZONA DE ESTUDO

O estuário do Tejo é um dos maiores estuários da Europa ocupando uma superfície aproximada de 320 km², desde a embocadura até Vila Franca de Xira, limite montante da intrusão salina em condições hidrológicas normais (Figura 1). O estuário apresenta uma morfologia particular,



caracterizada por uma região interior extensa e pouco profunda, com larguras que podem atingir os 15 km, desenvolvendo-se segundo a direcção NNE-SSW e um canal de embocadura, estreito e profundo, com largura mínima de 1,8 km, orientado ENE-WSW. O estuário interno é caracterizado por formas de acumulação longitudinais, cortadas por canais de maré, e extensas zonas de espraiados, principalmente junto à margem esquerda, possibilitando o desenvolvimento de importantes áreas de sapal. A jusante de Alcochete, a margem esquerda é caracterizada pela presença de enseadas (Montijo, Barreiro e Seixal), formadas em zonas terminais de afluentes, com importante sedimentação vasosa. Outro aspecto importante nesta região do estuário é a presença de praias e restingas de areia ao longo da margem esquerda, entre Alcochete e Alfeite. As principais características físicas do estuário são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 Principais características físicas do estuário do Tejo (condições hidrológicas médias)

Extensão até ao termo da propagação da maré dinâmica	80 km (Muge)
Extensão até limite montante da intrusão salina	50 km (Vila F. Xira)
Área total	320 km ² (Vila F. Xira)
Área entre-marés	130 km ²
Largura máxima	15 km
Largura média	4 km
Profundidade máxima	46 m
Profundidade média	10.6 m
Volume total médio	1 800x10 ⁶ m ³

O estuário do Tejo é um sistema mesotidal sujeito a uma maré com período semi-diurno. A amplitude média no Terreiro do Paço é de 3.2 m em maré viva e 1.5 m em maré morta, aumentando para montante, sendo 3.6 m e 1.6 m em Alcochete, respectivamente, em águas vivas e águas mortas. A componente fluvial do sistema estuarino deve-se quase exclusivamente à contribuição do rio Tejo, com caudal médio em Santarém, obtido a partir da série histórica 1943-77, de 392.9 m³/s (LOUREIRO, 1979). Os valores de caudal variam entre 30 m³/s no estio e 18 000 m³/s em cheias excepcionais (GAUDÊNCIO *et al.*, 1991). O segundo afluente mais importante do estuário é o rio Sorraia, na margem esquerda, cujo caudal médio anual é cerca de 9% do caudal do Tejo em Ómnias-Santarém.

3 - MÉTODOS

Através de reconhecimentos de campo e análise da cobertura aéreo-fotográfica de 1995 (IGP) identificaram-se e caracterizaram-se morfologicamente os sectores onde se encontram as praias estuarinas. Recolheram-se amostras superficiais de sedimento no ponto médio da face de praia. Para estudo comparativo, recolheram-se também amostras numa praia oceânica (Costa da Caparica), num canal de maré (Cala das Barcas) e nas formações detríticas enquadrantes do estuário (afloramentos do Miocénico, Pliocénico e Plistocénico). Na Figura 1 estão localizadas as estações de amostragem. Fez-se a análise granulométrica da fracção arenosa através de peneiração a seco, por agitação mecânica durante 15 minutos de uma série de peneiros ASTM, com dimensões de malha variável entre -2ϕ (4 mm) e 4ϕ (63 μ m), dispostos em intervalos de 0.5ϕ . Foram calculados os parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas pelo método dos momentos, segundo FRIEDMAN (1961, 1967 e 1979).



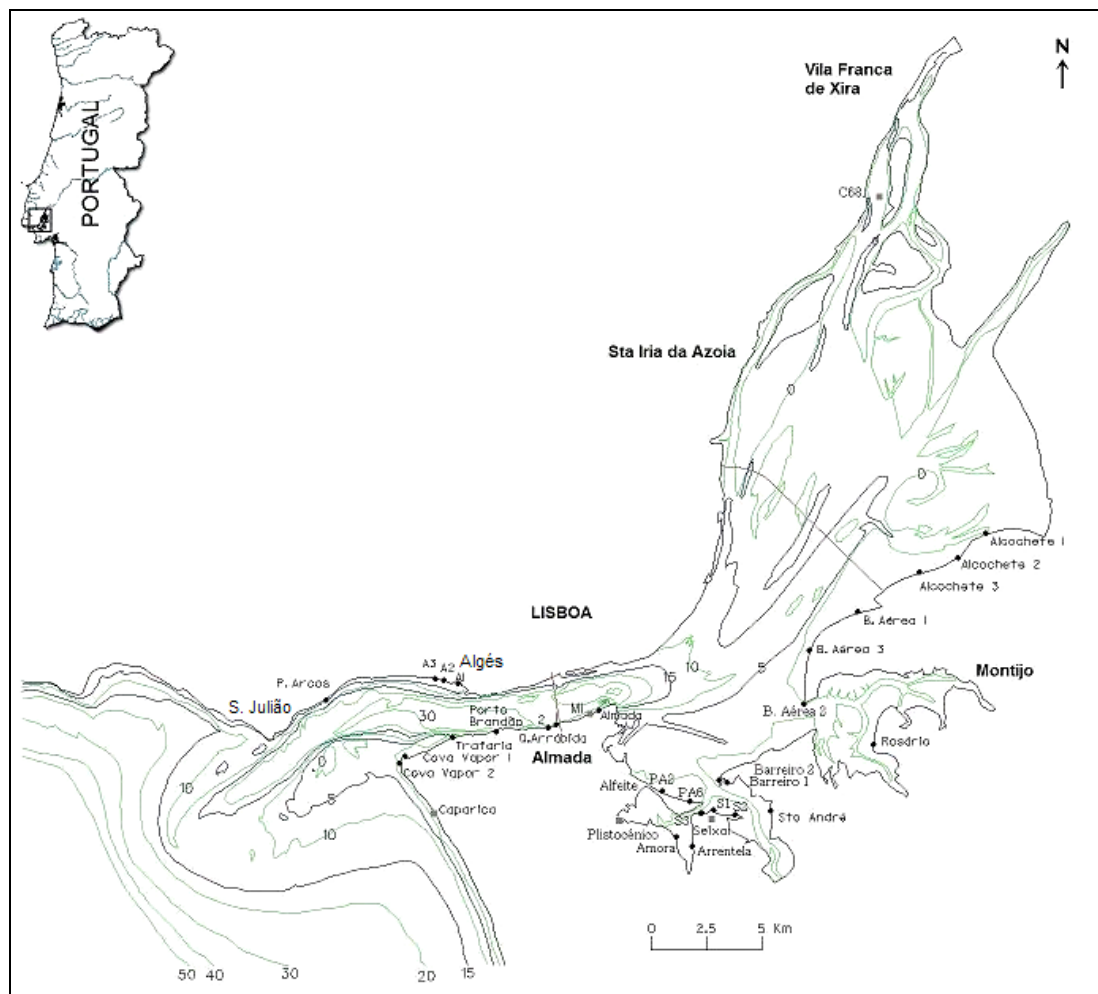


Figura 1 Estuário do Tejo. Localização das estações de amostragem de sedimentos superficiais (●) e amostras comparativas (■)

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização morfológica

No estuário do Tejo podem-se definir dois tipos de praias: aquelas cuja génese está associada às ondas oceânicas que se propagam para o interior da embocadura e as que se formam por acção de ondas de geração local. As praias do canal de embocadura, principalmente as da margem direita entre S. Julião e Algés, incluem-se no primeiro tipo (Figura 1). No estuário interno as praias de areia ocorrem exclusivamente na margem esquerda, a sul de Alcochete, sendo estas actuadas apenas pela acção de ondas de geração local (FREIRE e ANDRADE, 1999). A extensão do estuário interno e a sua orientação aos ventos dominantes na zona, do quadrante norte, propiciam um *fetch* considerável relativamente à margem esquerda entre Alcochete e Alfeite. As praias no estuário interno podem atingir extensões consideráveis, como no troço Alcochete - Base Aérea, onde o areal se estende por vários quilómetros; ou constituir pequenos depósitos arenosos circunscritos, como o Seixalinho na margem direita do canal do Montijo (Figura 2). Embora com orientação variável, as praias do estuário interno apresentam-se geralmente expostas aos ventos do quadrante norte. É excepção o sector da Base Aérea, exposto a oeste.

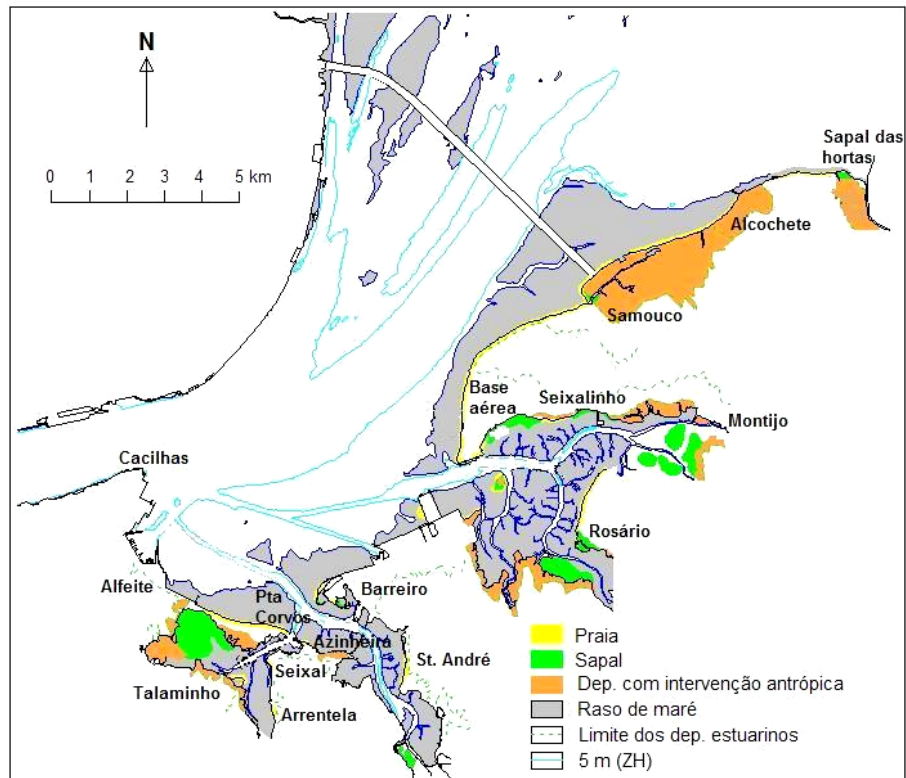


Figura 2 Praias no estuário interno do Tejo

Definiram-se vários sectores da margem esquerda do estuário interno do Tejo onde se encontram as principais praias estuarinas (Figura 2):

Alcochete - Samouco. Desde o Sapal das Hortas, a montante de Alcochete, até à zona do Samouco, a margem estuarina é caracterizada por uma praia de areia pouco robusta, limitada inferiormente por um raso de maré vasoso. A orientação geral da praia é NE-SW. A montante, a praia contacta superiormente com sapal, enquanto a jusante é limitada por zonas com ocupação antrópica.

Base Aérea. Desde Samouco à enseada do Montijo a praia estende-se por cerca de 6 000 m, apresentando-se bem desenvolvida com orientação geral de NE-SW passando a N-S. A face da praia é limitada inferiormente por um raso de maré areno-vasoso.

Enseada do Montijo. Na enseada do Montijo encontram-se alguns depósitos arenosos pouco desenvolvidos, como o Seixalinho, limitados inferiormente por um raso de maré vasoso. No Rosário a praia desenvolve-se numa direcção geral NNE-SSW por cerca de 1 000 m. Nesta zona podem observar-se pequenas praias de areia sobrepostas a zonas de sapal que são activas apenas durante eventos de alta energia.

Enseada do Barreiro. Na região do Barreiro observam-se duas restingas de areia com desenvolvimento para E apresentando na zona interior pequenas manchas de sapal muito degradado sobre substrato vasoso. Ao longo da enseada, encontram-se praias em Santo André, na margem direita, segundo uma direcção N-S, e na Azinheira, na margem esquerda, com uma direcção W-E. Ambas estão limitadas por rasos de maré areno-vasosos. As operações de dragagem para manutenção da navegabilidade dos canais interferem activamente com a evolução destas praias, que frequentemente constituem zonas de despejo.

Baía do Seixal. Na baía do Seixal existem algumas praias de areia de pequena extensão, Arrentela e Talaminho, que resultam da erosão pluvial de areeiros abandonados, escavados em afloramentos pliocénicos. Encontram-se também pequenas praias artificiais, como no caso da Amora, formadas por depósitos de aterro ou de despejos de dragagem.

Alfeite. A praia do Alfeite estende-se por cerca de 2 600 m desde a Quinta do Alfeite até à Ponta dos Corvos. Está instalada na vertente norte de uma restinga e é limitada por um raso de maré areno-vasoso com cerca de 300 m de largura. Na zona da Ponta dos Corvos encontram-se bancos arenosos com grande desenvolvimento, que corresponderão a um delta de vazante da embocadura da baía do Seixal (FREIRE, 2003).

Nos estuários, a amplitude de maré afecta não só a intensidade das correntes de maré, mas também a distribuição de energia das ondas no perfil de praia, determinando a largura da praia e a duração em que a rebentação afecta cada zona do perfil (NORDSTROM, 1992). Num estuário mesotidal, como o do Tejo, em que a amplitude da maré é elevada relativamente à altura das ondas, o perfil de praia é caracterizado por uma face de praia inclinada articulada inferiormente num raso de maré extenso e sub-horizontal que pode atingir várias centenas de metros de extensão transversal (Figura 3). A face da praia contacta superiormente com uma berma estreita, de poucos metros, ou liga-se directamente à zona terrestre que frequentemente apresenta intervenção antrópica. Na maré baixa, as ondas rebentam no raso de maré sendo a energia das ondas e correntes geralmente baixa. Em condições de preia-mar ou de elevados níveis de água no estuário, as ondas rebentam sobre o bordo superior da face da praia podendo provocar alteração morfológica do perfil (Figura 4).

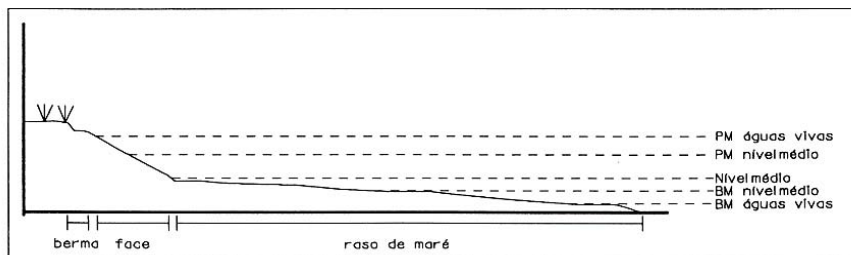


Figura 3 Perfil típico de praia estuarina do Tejo (nível médio = 2,2 m acima do ZH)



Figura 4 Alterações morfológicas do perfil da praia do Alfeite na sequência de um galgamento

4.2 Caracterização sedimentar

No estuário do Tejo, a face das praias estuarinas é, de um modo geral, constituída por areia quartzica, de grão médio a grosseiro. O raso de maré adjacente é, geralmente, arenoso podendo apresentar uma fracção silto-argilosa considerável nas zonas distais. O contacto entre a face da praia e o raso de maré está marcado, geralmente, por um depósito residual de cascalheira, por vezes com elevada percentagem de bioclastos.

A areia das praias do sector jusante do canal da embocadura (Trafaria à Cova do Vapor na margem esquerda, e Paço de Arcos a Algés na margem direita) apresenta grande homogeneidade de diâmetros medianos (D_{50}), 0.2 – 0.3 mm, correspondendo a areias finas a médias (Figura 5). Estes valores são semelhantes ao da areia marinha recolhida na praia da Costa da Caparica. As amostras Quinta da Arrábida 1 e 2, correspondendo a praias situadas na margem esquerda do canal de embocadura e que resultam da lavagem das formações que constituem a arriba, apresentam valores de D_{50} muito superiores (0.6 a 1 mm).

O diâmetro mediano da areia das praias do estuário interno, entre Alfeite e Alcochete, varia entre 0.4 mm e 1.0 mm, correspondendo a areias médias a grosseiras. Os sedimentos mais grosseiros estão associados, de um modo geral, às praias circunscritas (Arrentela, Seixal) que resultam da erosão pluvial das formações enquadrantes. Os sedimentos mais finos correspondem ao trecho Base Aérea (Montijo).

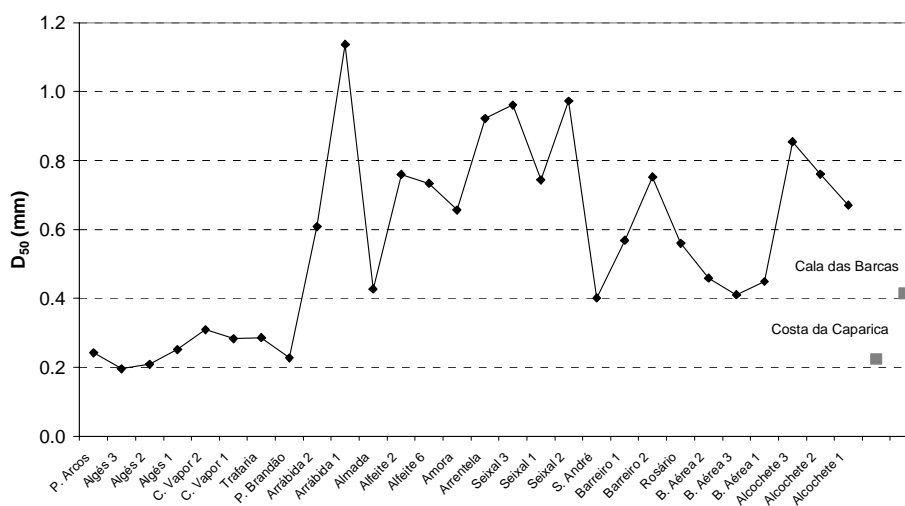


Figura 5 Diâmetro mediano da areia das praias do estuário do Tejo

Relativamente à moda, verifica-se que a areia das praias situadas na margem direita do canal de embocadura, mais expostas à agitação oceânica, apresenta distribuições granulométricas unimodais, com modas de 2 – 2.5 ϕ (0.17-0.25 mm) (Figura 7-A). Na margem esquerda (Almada, Arrábida 1 e Arrábida 2) as modas deslocam-se sucessivamente, de jusante para montante, para os diâmetros mais grosseiros (Figura 7-B). A distribuição da amostra recolhida na praia de Paço de Arcos é muito semelhante à da areia marinha da praia da Costa da Caparica.

A areia das praias do estuário interno apresenta distribuições unimodais, com modas entre 0.5 e 1.5 ϕ (0.3-0.7 mm) (Figura 7-C e D). São excepção as amostras Arrentela, Rosário e Alcochete 3 com distribuições bimodais, em que uma das modas está contida nos limites referidos e a outra perto de 2 ϕ (0.25 mm), ou seja numa classe dimensional mais fina.

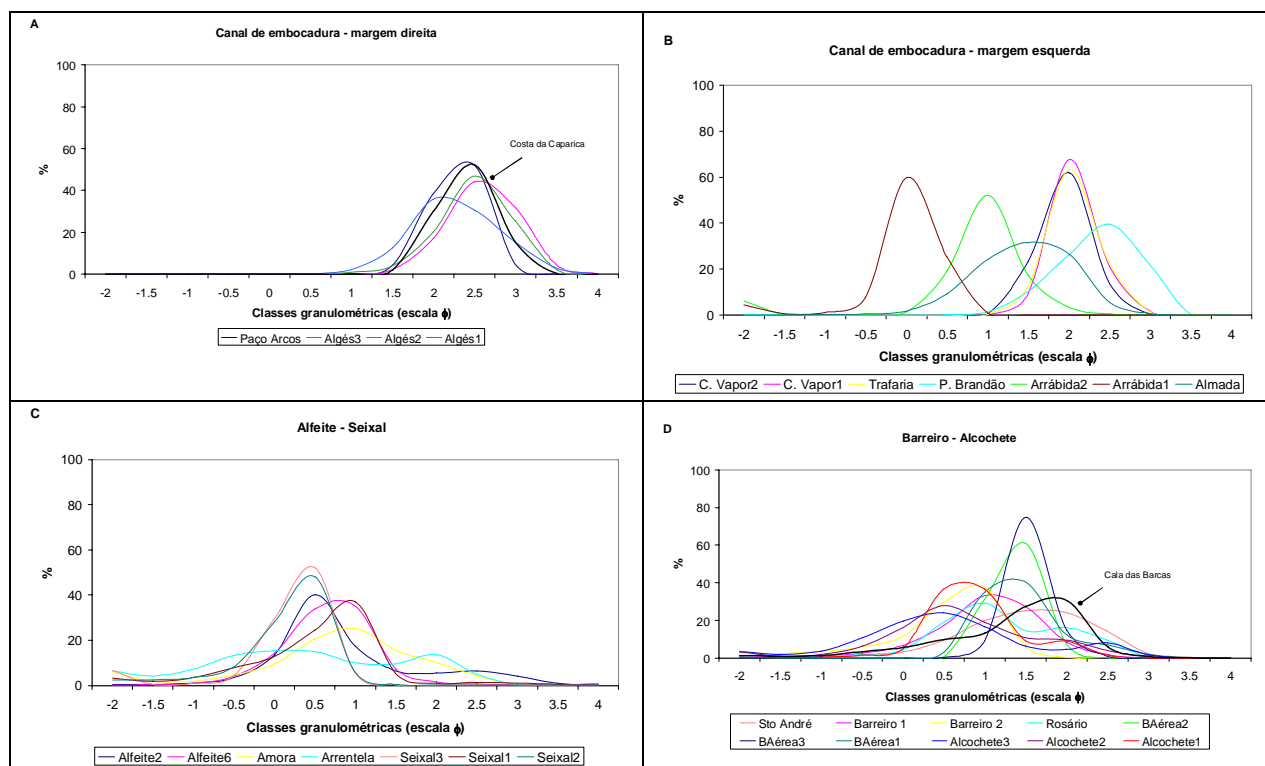


Figura 6 Histogramas de frequência da areia das praias do estuário do Tejo

O desvio padrão da distribuição granulométrica (SDM) dá indicações sobre a dispersão em torno da média, ou seja, sobre o grau de selecção dos sedimentos. Verifica-se que a areia das praias do canal de embocadura, a jusante da Trafaria, apresenta segundo a classificação de FOLK e WARD (1957) valores baixos de SDM (Figura 7). Este facto parece suportar uma proveniência marinha também demonstrado pelo valor de SDM semelhante ao sedimento recolhido na praia da Costa da Caparica.

A areia das praias do estuário interno é, de um modo geral, moderadamente seleccionada, tal como a amostra recolhida na Cala das Barcas, que apresenta características fluviais. No entanto, a areia no troço Base Aérea é excepção, apresentando um valor baixo de desvio padrão, tal como a areia das praias do canal de embocadura. A areia com menor grau de calibração corresponde a praias de pequena extensão com condições de remobilização restritas, como os da Arrentela e Rosário, e onde, aparentemente, os processos de selecção são menos eficazes.

A variação da assimetria da distribuição granulométrica (α_3) mostra que a areia das praias do canal da embocadura, entre Paço de Arcos e Trafaria, tem distribuições simétricas, tal como a areia de praia oceânica (Figura 8). De um modo geral, no estuário interno a areia apresenta assimetria negativa, ou seja uma distribuição granulométrica com excesso de elementos grosseiros relativamente a uma distribuição normal. As amostras que correspondem às praias a montante da Base Aérea têm distribuições granulométricas praticamente simétricas.

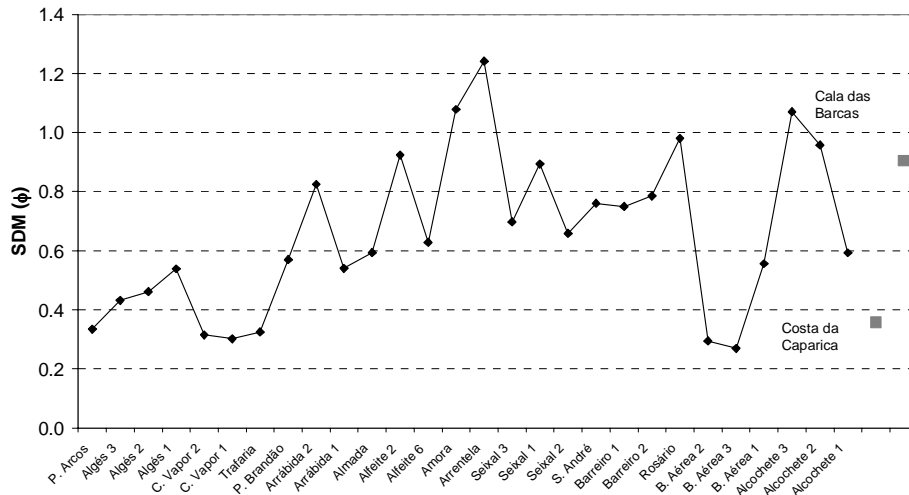


Figura 7 Desvio padrão da areia das praias do estuário do Tejo

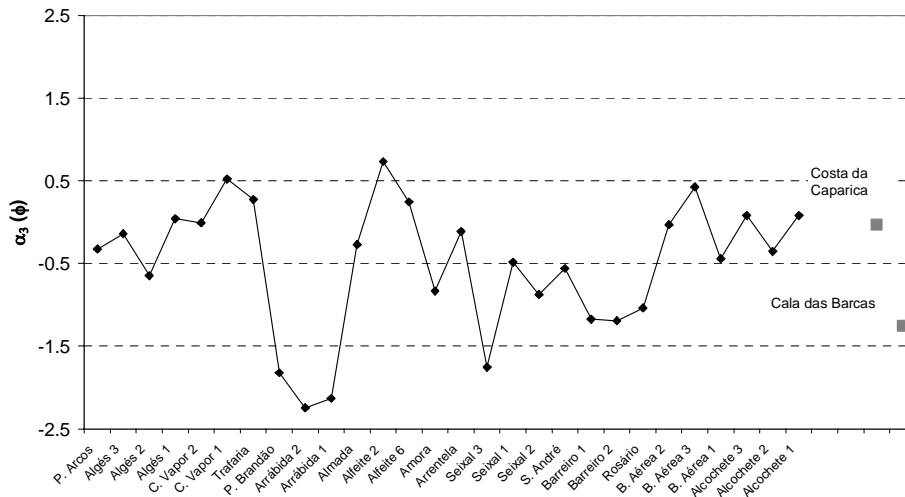


Figura 8 Assimetria da areia das praias do estuário do Tejo

As características granulométricas das amostras estudadas indicam que a areia das praias do troço jusante do canal de embocadura tem características claramente marinhas. No interior do estuário as características texturais da areia das praias indicam, de um modo geral, remobilização restrita. Por exemplo, as pequenas praias circunscritas que resultam principalmente da erosão pluvial das formações enquadrantes (Arrentela) ou de episódios energéticos intermitentes (Rosário) apresentam características de fraco hidrodinamismo. No entanto, os sedimentos do sector Base Aérea sugerem melhores condições de remobilização. Este aspecto pode ser também analisado através da percentagem da fracção de material grosseiro, acima da fracção das areias nos sedimentos (Figura 9). A presença desta fracção, que constitui um depósito residual, pode indicar menor energia do meio e condições de selecção menos eficientes (NORDSTROM, 1977).

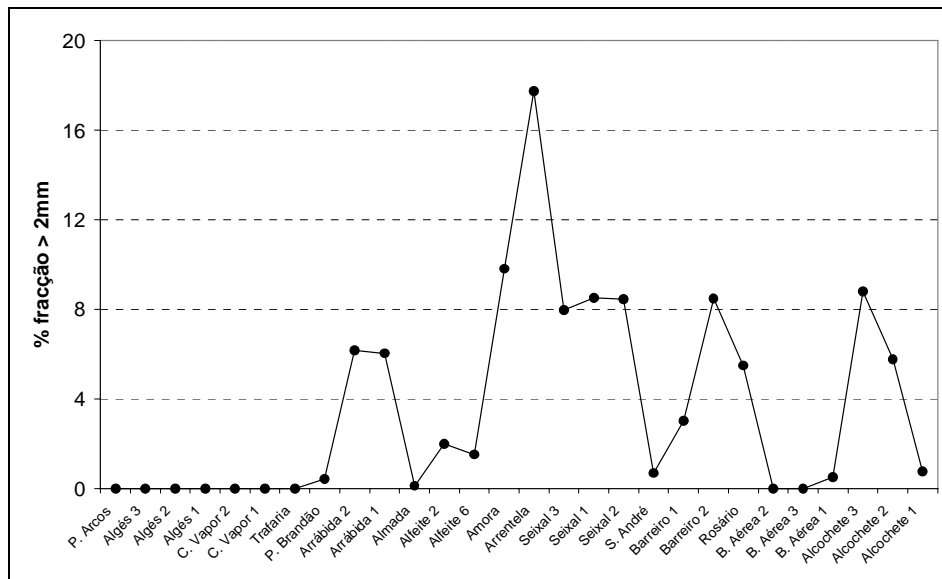


Figura 9 Variação da fracção superior a 2 mm na areia das praias do estuário do Tejo

4.3 Proveniência das areias das praias estuarinas

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a areia de praia com características marinhas apenas se encontra no canal da embocadura do estuário, a jusante de Almada. Estas conclusões estão de acordo com resultados apresentados por outros autores, como, por exemplo, OLIVEIRA (1967) que com base no estudo do cortejo de minerais pesados, indicou Belém como o limite montante de penetração das areias marinhas mobilizadas pelas ondas oceânicas, ou LOUSADA (1995) que a partir da análise da dispersão da glauconia na areia das praias do estuário do Tejo mostrou que o limite montante da incursão máxima das areias marinhas ao longo da margem esquerda do canal de embocadura é a zona da Quinta da Arrábida.

A restrição da ocorrência de areia com características marinhas ao canal de embocadura e o facto de a maioria dos sedimentos arenosos de origem fluvial não alcançarem o estuário, pelo menos a jusante de Vila Franca de Xira, sugere que a grande maioria da areia que constitui as praias do estuário interno terá origem local. OLIVEIRA (1967) chega a uma conclusão idêntica comparando os cortejos de minerais pesados dos sedimentos actuais e das fontes potenciais (afloramentos pliocénicos e plistocénicos da margem sul). O mesmo autor refere ainda que estes sedimentos deverão ser transportados para o estuário por pequenas ribeiras, estando sujeitos a transporte restrito.

As observações de campo e os resultados da análise sedimentológica efectuada neste e noutros trabalhos (LOUSADA, 1995; FREIRE, 2003) mostram que a alimentação de, pelo menos algumas das praias estuarinas, se deve, em parte, à lavagem directa das formações encaixantes, através da erosão pluvial das arribas e transporte pela rede hidrográfica. São exemplos, as praias da Quinta da Arrábida no canal de embocadura, e da Arrentela na zona interior. As praias do canal de embocadura são alimentadas por material marinho, ou com influência marinha, e também pelos afloramentos miocénicos de Almada, talhados em arriba, e pelos afloramentos de idade pliocénica, mais interiores. As praias do estuário interno entre o Alente e Barreiro terão como fontes privilegiadas as formações pliocénicas e as miocénicas da zona de Almada. Quanto às praias localizadas entre o Barreiro e Alcochete, os sedimentos terão origem principalmente em afloramentos pliocénicos.

5 – CONCLUSÕES

O estuário do Tejo apresenta praias de areia ao longo do canal de embocadura e na margem esquerda da zona interior, entre Alcochete e Alfeite. No estuário interno as praias são actuadas por correntes e ondas de geração local, encontrando-se em situação de maior *fetch* para os ventos dominantes na zona, que são do quadrante norte. As praias melhor desenvolvidas e de maior extensão encontram-se no troço entre Alcochete e a Base Aérea (Montijo) e entre Alfeite e Seixal. Em zonas menos expostas à agitação as praias constituem pequenos depósitos arenosos circunscritos, originados principalmente por lavagem de formações envolventes.

A areia das praias do canal de embocadura apresenta características texturais muito semelhantes às das areias marinhas da zona envolvente: diâmetros medianos da ordem de 0.2-0.3 mm, correspondendo a areias de grão fino a médio, baixos valores de desvio padrão, ou seja, elevado grau de selecção granulométrica, distribuições granulométricas simétricas e unimodais. Estas praias, principalmente na margem direita, são actuadas por ondas oceânicas. Do ponto de vista textural, a areia das praias do estuário interno apresenta um diâmetro mediano variável entre 0.4 mm e 1.0 mm, correspondendo a areias médias a grosseiras. Os diâmetros superiores correspondem, de um modo geral, às praias circunscritas que resultam principalmente da erosão pluvial das formações encaixantes (Arrentela, Seixal). Estas também mostram outros indicadores de fraco hidrodinamismo como baixo grau de selecção, distribuições bimodais e excesso de grosseiros. Em contraste, o sector Base Aérea apresenta características texturais semelhantes às da areia do canal de embocadura, diâmetros mais finos, elevado grau de selecção, e ausência de fracção residual, o que indica condições de maior remobilização, ou seja, maior energia do meio.

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que os sedimentos arenosos das praias do estuário do Tejo têm origem em fontes locais. Apenas no canal de embocadura, a jusante de Almada se observa mistura com materiais de fácies marinha, cuja contribuição cresce para o exterior do estuário.

AGRADECIMENTOS

Este artigo foi preparado no âmbito do Projecto "BERNA – Evolução de praias em zonas de *fetch* restrito: análise experimental e numérica" (POCTI/CTA/45431/2002), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

BIBLIOGRAFIA

- FOLK, R.; WARD, W. – "Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters". *Jour. of Sedimentary Petrology*, **27**, 1, 1957, pp. 3-26.
- FREIRE, P. – *Evolução Morfo-Sedimentar de Margens Estuarinas. Estuário do Tejo, Portugal*. Tese de Doutoramento apresentada à Universidade de Lisboa, LNEC, TPI 28, 380 pp., 2003.
- FREIRE, P.; ANDRADE, C. - "Wind-Induced Sand Transport in Tagus Estuarine Beaches. First Results". *Aquatic Ecology*, **33**, 1999, pp. 225-233.
- FREIRE, P.; ANDRADE, C. – "Short-term Morphological Evolution of the Alfeite Estuarine Beach", in *3º Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica Atlântica*, Faro (Portugal), 25 - 27 Set. 2000, pp. 9-40.
- FRIEDMAN, G. - "Distinction Between Dune, Beach and River Sands from their Textural Characteristics". *Jour. of Sedimentary Petrology*, **31**, 4, 1961, pp. 514-529.
- FRIEDMAN, G. – "Dynamic Processes and Statistical Parameters Compared for Size Frequency Distribution of Beach and River Sands". *Jour. of Sedimentary Petrology*, **37**, 2, 1967, pp. 327-354.



- FRIEDMAN, G. – "Address of the Retiring President of the International Association of Sedimentologists: Differences in Size Distributions of Populations of Particles among Sands of Various Origins". *Sedimentology*, **26**, 1979, pp. 3-32.
- GAUDENCIO, M.J.; GUERRA, M.T.; GLEMAREC, M. – "Recherches Biosédimentaires sur la Zone Maritime de L' Estuaire du Tage, Portugal: Donnés Sédimentaires Préliminaires", in *Estuaries and Coasts: Spacial and Temporal Intercomparisons, Proceedings of the ECSA 19 Symposium*, Caen (França), 4-8 Set. 1989, pp. 11-16, 1991.
- HEGGE, B.; ELIOT, I.; HSU, J. – "Sheltered Sandy Beaches of Southwestern Australia". *Jour. of Coastal Research*, **12**, 1999, pp. 748-760.
- JACKSON, N.; NORDSTROM, K. – "Site Specific Controls on Wind and Wave Processes and Beach Mobility on Estuarine Beaches in New Jersey, USA". *Jour. of Coastal Research*, **8**, 1, 1992, pp. 88-98.
- JACKSON, N.; NORDSTROM, K. - "Depht of activation of sediment by plunging breakers on a steep sand beach". *Marine Geology*, **115**, 1993, pp.143-151.
- JACKSON, N.; NORDSTROM, K.; ELIOT, I.; MASSELINK, G. – "Low energy' sandy beaches in marine and estuarine environments: a review". *Geomorphology*, **48**, 2002, pp. 147-162.
- KENNEDY, D. – "Estuarine beach morphology in microtidal Middle Harbour, Sidney". *Australian Geographical Studies*, **40**, 2, 2002, pp. 231-240.
- LOUREIRO, J. - *Curvas de Duração dos Caudais Médios Diários no Rio Tejo*. Direcção Geral de Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa, 1979.
- LOUSADA, C. - *Contribuição para o Estudo da Proveniência dos Sedimentos Arenosos das Praias da Margem Esquerda do Estuário do Tejo*. Relatório de Estágio Profissionalizante em Geologia Aplicada e do Ambiente, Faculdade de Ciências, Univ. de Lisboa, 1995.
- MAKASKE, B.; AUGUSTINUS, P.G.E.F. – "Morphological Changes of a Micro-tidal, Low Wave Energy Beach Face during a Spring-Neap Cycle, Rhone-Delta, France". *Jour. of Coastal Research*, **14**, 1998, pp. 632-645.
- NORDSTROM, K. – "The Use of Grain Size Statistics to Distinguish Between High-and-Moderate-Energy Beach Environments". *Jour. Sedimentary Petrology*, **47**, 3, 1977, p. 1287-1294.
- NORDSTROM, K. – "Cyclic and Seasonal Beach Response: A Comparison of Oceanside and Bayside Beaches". *Physical Geography*, **1**, 2, 1980, pp. 177-196.
- NORDSTROM, K. - *Estuarine Beaches*. New York, Elsevier Science Publishers, Ltd., 1992.
- NORDSTROM, K.; STEN, H.; JACKSON, N. – "Comparision of estuarine beaches in Germany and USA", in *Proceedings of Coastal Zone'91*, Long Beach (EUA), 8-12 Jul. 1991, pp. 2409-2420.
- NORDSTROM, K.; JACKSON, N. – "Two-dimensional Change on Sandy Beaches in Meso-tidal Estuaries". *Zeits. Geomorph. N. F.*, **34**, 4, 1992, pp. 465-478.
- OLIVEIRA, R. - *Contribuição para o Estudo do Estuário do Tejo. Sedimentologia*. Memória 296, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1967.

