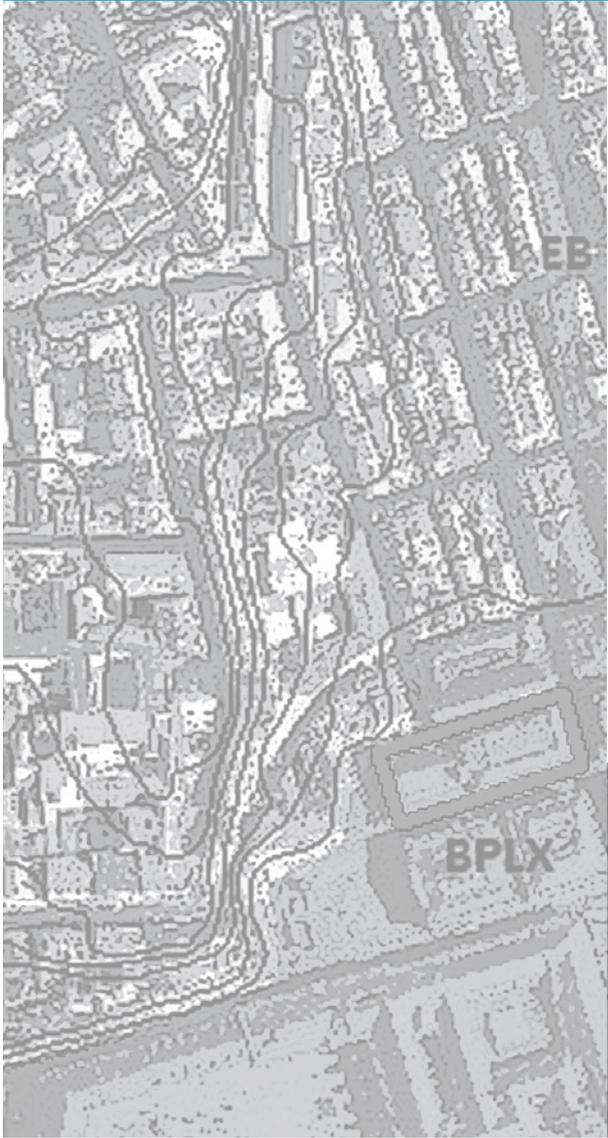


As praias fluvio–estuarinas da Idade do Ferro e Período Romano da Baixa de Lisboa, Portugal



ANA MARIA COSTA

Laboratório de Arqueociências (LARC) – DGPC and CIBIO/InBIO, IDL – Universidade de Lisboa
acosta@dgpc.pt

MARIA CONCEIÇÃO FREITAS

IDL – Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa

VERA LOPES

IDL – Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa

JACINTA BUGALHÃO

Direcção-Geral de Património Cultural, UNIARQ – Universidade de Lisboa,
Centro de Estudos de Arqueologia, Artes e Ciências do Património

JOÃO CASCALHO

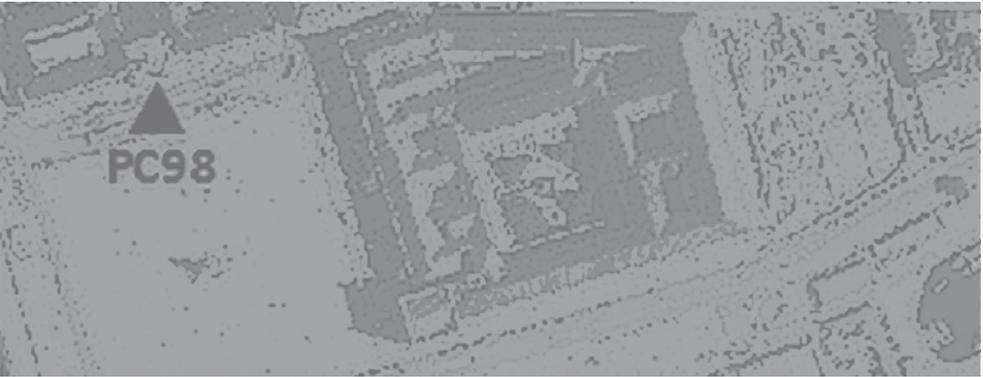
IDL – Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa

CÉSAR ANDRADE

IDL – Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa

ARTUR ROCHA

Arqueólogo



RESUMO No âmbito do projecto *Lisbon Stories* têm sido recolhidas, desde 2011, amostras de sedimento na zona ribeirinha de Lisboa, que permitirão fazer uma reconstrução paleoambiental da margem norte do rio Tejo e dos seus afluentes ao longo do tempo. Uma parte das amostras recolhidas corresponde a sedimentos que se localizam em profundidade no Esteiro da Baixa (EB), às quais apenas temos acesso devido ao desenvolvimento de escavações arqueológicas resultantes de obras de construção/reconstrução que aí decorreram ou ainda decorrem. É o caso dos sedimentos recolhidos no Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros (NARC), no Criptopórtico Romano de Lisboa e no Banco de Portugal/Museu do Dinheiro (Praça do Município), cuja estratigrafia permite estabelecê-los como depósitos das praias fluvio-estuarinas existentes no antigo esteiro, na Idade do Ferro e no Período Romano. Neste trabalho apresentamos as análises texturais e composicionais destes depósitos, caracterizados como depósitos de praia com forte influência fluvial exercida pelas ribeiras de Arroios e Valverde (Vale do Pereiro). Estes dados ajudam-nos a compreender a paisagem do EB neste intervalo cronológico.

PALAVRAS-CHAVE Sedimentologia, arqueologia, Esteiro da Baixa de Lisboa, caracterização ambiental.

ABSTRACT *The fluvio-estuarine beaches of downtown Lisbon during the Iron Age and Roman Period.* In the aim of the *Lisbon Stories* project several sediment samples, both sediment cores and discrete samples, were recovered in the riverine Lisbon area. The analyses of those sediments will allow rebuilding the palaeoenvironmental evolution of the northern Tagus margin and of its tributaries, such as the Arroios and Valverde (Pereiro Valley) rivulets. Discrete sediment samples were collected on Esteiro da Baixa (EB), a low area to where the rivulets flow and from where the city of Lisbon grows. Those sediments, nowadays below several meters of landfills and buildings in the downtown centre of Lisbon, were collected in the archaeological excavations of Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros (NARC), of the Roman Cryptoportic of Lisbon and of Banco de Portugal/Museu do Dinheiro. The archaeological context allows to establish these deposits as fluvio-estuarine beaches of the Iron Age and Roman Period. On this work we present the textural and compositional analyses of the sediments recovered on the EB. The sedimentological analyses reflect beach deposits, however the sediment supply is almost done by the fluvial network, particularly by both the Arroios and the Valverde rivulets.

KEY WORDS Sedimentology, geoarchaeology, Esteiro da Baixa de Lisboa, environmental characterization.

*“Água com areia, brinca na beira do mar
a água passa, a areia fica no lugar”*

Caetano Veloso, *It's a Long Way*, Transa, 1972

1. O PROJECTO LISBON STORIES

Lisbon Stories é um projecto multidisciplinar que nasceu em 2011 da oportunidade e da necessidade de conhecer a evolução da paisagem da zona ribeirinha de Lisboa.

Da oportunidade, porque o elevado número de trabalhos de construção e reconstrução de edifícios que têm decorrido nesta área nos últimos anos, tem permitido o acesso aos sedimentos depositados de forma natural ao longo do tempo na margem norte do Tejo. São sedimentos que hoje em dia se encontram debaixo de espessos aterros antrópicos consecutivamente construídos desde o século XIV.

Da necessidade, porque se torna cada vez mais importante caracterizar esta margem do rio Tejo, na qual se instalou e desenvolveu a cidade de Lisboa desde, pelo menos, a Idade do Ferro. Daqui resultou também a colaboração com colegas arqueólogos, que ao longo dos anos acompanharam e escavaram diversos sítios arqueológicos em Lisboa. Para além de contribuírem para o conhecimento da história da cidade, estes colegas forneceram-nos amostras dos sítios arqueológicos escavados em anos anteriores ao início do *Lisbon Stories*.

No âmbito deste projecto foram reunidas amostras de 17 locais entre o Jardim do Tabaco a nascente e Pedrouços a poente [FIG. 1]. Os sedimentos recolhidos têm sido analisados e estudados para extrair diversos indicadores ambientais e os resultados publicados em revistas nacionais (Costa *et al.*, 2016; Inácio *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2017).

Neste trabalho apresentamos o resultado e a interpretação das análises realizadas em amostras recolhidas em três locais da Baixa de Lisboa em contextos arqueológicos contemporâneos da Idade do Ferro (séculos V–IV a.C.) e do Período Romano.

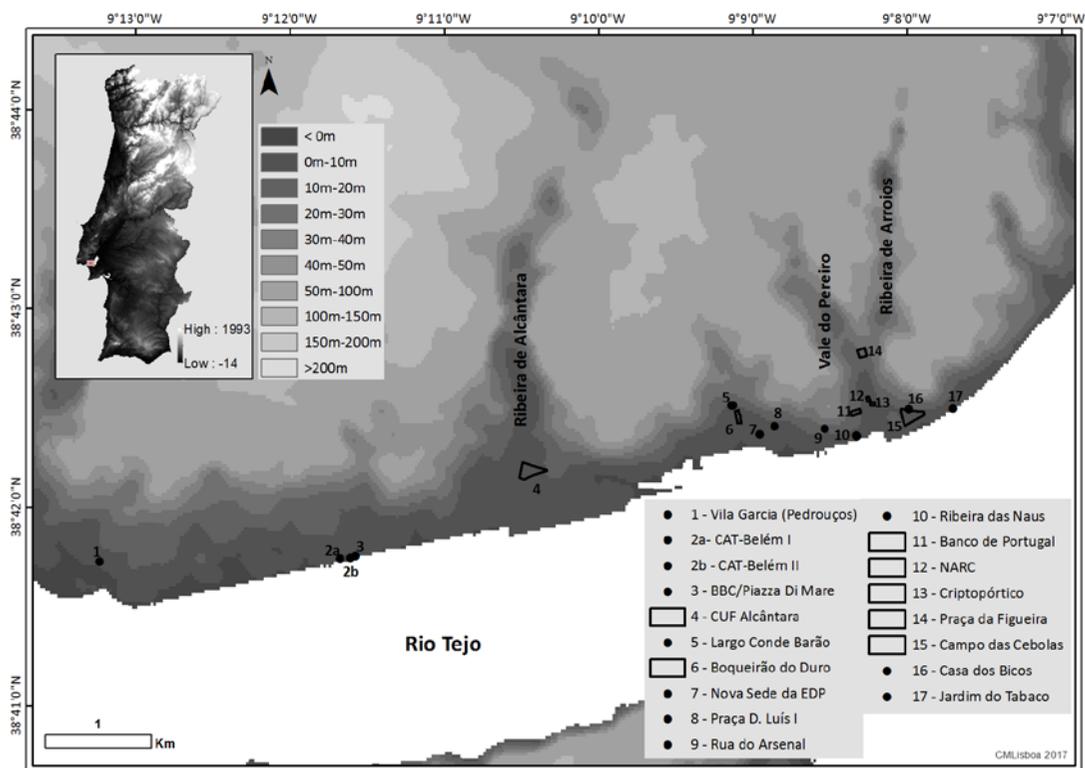


FIG. 1 Localização dos locais de amostragem na zona ribeirinha de Lisboa no âmbito do projecto *Lisbon Stories*. Pontos a preto – localização de amostras de sedimento; polígonos a preto – área de obra na qual foram recolhidas amostras pertencentes a mais do que um perfil/sondagem.

2. ENQUADRAMENTO ARQUEOLÓGICO

O estudo apresentado neste trabalho refere-se a amostras de depósitos sedimentares [FIG. 1, n.ºs 11, 12 e 13] recolhidas durante as escavações arqueológicas do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros (NARC; 1991–1995), Criptopórtico Romano de Lisboa (1996 e 2016/17) e no Banco de Portugal/Museu do Dinheiro (BPLX; 2010–2011).

Vários trabalhos (e.g. Almeida *et al.*, 2009; Matildes *et al.*, 2011) têm sido elaborados tendo como objectivo reconstituir o Esteiro da Baixa (EB), linha de água que resulta da confluência da Ribeira de Arroios com a do Vale do Pereiro (Ribeira de Valverde; FIG. 2). Para a Idade do Ferro não existe nenhum traçado da linha de costa ou dos vales destas ribeiras. No âmbito do "Estudo e contextualização das ânforas e *terra sigilata* do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros" (cuja equipa é constituída por Jacinta Bugalhão, Carlos Fabião, Rui Almeida, Catarina Viegas, Armando Sabrosa, Carolina Grilo e Ana Sofia Gomes), foi elaborada por Jacinta Bugalhão e Ana Vale, uma proposta para o traçado dos vales e linha de costa (estuarina) no Período Romano. Esta linha foi realizada com base na topografia e na cartografia dos sítios arqueológicos deste período identificados na baixa de Lisboa e sua respectiva interpretação e caracterização [FIG. 2]. De acordo com este traçado, em Período Romano, o NARC encontra-se junto à margem do EB, o Criptopórtico situa-se na margem estuarina e o Banco de Portugal/Museu do Dinheiro localiza-se numa área subtidal.

FIG. 2 Proposta do traçado do vale da Ribeira de Arroios e Ribeira de Valverde e da linha de costa (estuarina) no Período Romano com localização dos sítios arqueológicos em estudo. Este traçado é projectado sobre ortofotomapa de Lisboa (2016).



2.1. NÚCLEO ARQUEOLÓGICO DA RUA DOS CORREIROS (NARC)

O espaço hoje ocupado pelo NARC situa-se na margem esquerda do EB, a ocidente da colina de São Jorge onde, a partir do final do século VIII a.C., se foi constituindo a cidade de *Olisipo*. Entre os séculos V e IV a.C. um grupo populacional construiu um bairro numa praia fluvial, ao edificar um conjunto de construções rectangulares de compartimento único e lareira central. Foi igualmente identificado um forno de produção cerâmica (Sousa, 2014).

Entre os séculos IV e II a.C., este local não regista ocupação humana permanente. As construções da Idade do Ferro ruíram e foram cobertas por areias. Com a chegada dos colonizadores romanos implantou-se aqui um eixo de acesso da cidade, mais tarde (século I d.C.) materializado através da construção de uma via. A norte deste eixo de circulação e respeitando a localização tipicamente externa ao espaço urbanizado mas a curta distância, a área do NARC foi utilizada como cemitério, entre as últimas três décadas do século I a.C. e meados do século I d.C. (Bugalhão *et al.*, 2013).

Em meados do século I d.C., este espaço funerário é desactivado e substituído pela construção de um conjunto de unidades industriais de transformação e conserva de preparados piscícolas salgados. Estas estruturas vão sendo construídas no solo arenoso desde o sopé da colina até à margem do EB (Bugalhão, 2001).

2.2. CRIPTOPÓRTICO ROMANO DE LISBOA¹

O Criptopórtico foi construído em meados do século I d.C. À semelhança de outras estruturas romanas conhecidas na cidade de Lisboa, das quais se salienta o teatro e as "Termas dos Cássios", foi descoberto no século XVIII durante os trabalhos de reconstrução pós-terramoto.

Desde então sujeito a várias interpretações, é hoje consensual que a sua função original seria a de alicerçar um edificado, provavelmente público e de carácter monumental. No entanto, perdura a dúvida sobre qual o tipo de edificação suportada, existindo várias possibilidades, deduzidas através da análise de paralelos e modelos teóricos e, sobretudo a partir das mais recentes evidências contextuais e estruturais reveladas arqueologicamente (Caessa, Nozes e Mota, 2016). As últimas intervenções arqueológicas, realizadas entre 2015 e 2017 (CAL/CML)², permitiram obter novos elementos e esclarecer algumas questões em aberto, tais como: reconhecer a extensão das pavimentações marmóreas no seu topo; identificar um acesso ribeirinho, inédito, ao interior do complexo abobadado e confirmar a entrada accidental de água ainda durante o século I d.C., para o interior desta (agora evidente) estrutura de carácter portuário; identificar o limite sudoeste da frente de rio e a praia fluvial associada (onde se colheram as amostras de areia analisadas neste trabalho) (Caessa, Nozes e Mota, 2016).

Sobre o historial de investigação arqueológica directa sobre este monumento há que referir ainda as acções datadas de 1996, desenvolvidas pelo Serviço de Arqueologia do Museu da Cidade/CML³ no interior das galerias visitáveis, que possibilitaram também a recolha de areias subjacentes ao Criptopórtico durante os trabalhos de perfuração geotécnica.

2.3. BANCO DE PORTUGAL/MUSEU DO DINHEIRO

A intervenção arqueológica realizada pela empresa Arqueohoje e dirigida por um dos signatários (Rocha *et al.*, 2013) ocorreu durante a remodelação da Sede do Banco de Portugal, abrangendo todo o quarteirão pombalino delimitado pelo Largo de São Julião e pelas ruas de São Julião, do Ouro e do Comércio.

O vasto leque de testemunhos arqueológicos, distribuídos desde a época Romana Imperial até à actualidade, reparte-se por duas grandes etapas: a primeira, presente nos níveis de praia romanos, islâmicos e medievais cristãos, prévia a qualquer ocupação do local, sem indícios concretos de construção/urbanismo; a segunda, de cariz urbano e imediatamente sobreposta aos níveis de praia, iniciou-se com a edificação da muralha de D. Dinis e de equipamentos anexos (Terceiras, Judiaria, etc.) no final do século XIII.

Da fase pré-urbana, foi recuperada uma sequência sedimentar composta por cinco blocos cronológica e morfologicamente distintos, escavados por via mecânica numa área superior a 300m².

A individualização destes blocos foi feita em função de um conjunto de diferenças muito significativas, entre as quais se destacavam a granulometria e a cor dominante do sedimento, característica que acabaria, inclusive, por denominar os *horizontes* então definidos: Amarelo – Medieval cristão; Verde – Islâmico; Transição; Vermelho – Romano Imperial; Cinzento – Romano Imperial, o mais antigo e assente sobre um estrato de cascalho arqueologicamente estéril.

As amostras analisadas neste estudo correspondem ao *horizonte* Vermelho, de época romana imperial, semelhante em termos granulométricos ao *horizonte* Cinzento.

FIG. 3 Mapa simplificado das unidades geológicas da região central de Lisboa (adaptado de Cachão, 2017).

K2 – litótipos carbonatados atribuídos às formações de Caneças e Bica, de idade Cretácico superior;

β^1 – Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra, de idade fini-cretácica;

CB – Complexo de Benfica, de idade paleogénica;

Formações miocénicas:

Pr – Camadas dos Prazeres;

Es – Areolas da Avenida de Estefânia;

Ec – Calcários de Entrecampos;

FT – Argilas do Forno do Tijolo;

QB – Areias de Quinta do Bacalhau;

CV – Calcários de Casal Vistoso;

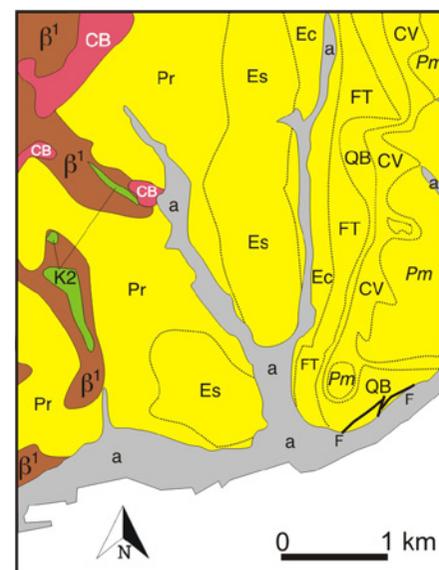
Pm – Areias com *Placuna miocénica*;

a – Depósitos recentes, aluvionares, bem como aterros provenientes de atividade humana na zona ribeirinha.

3. ENQUADRAMENTO REGIONAL

A área de estudo assenta sobre aluviões holocénicas (FIG. 3; Cachão, 2017) depositadas pela Ribeira de Valverde e pela Ribeira de Arroios nos seus vales fluviais e no EB junto à foz com o Rio Tejo. O EB é caracterizado por um vale profundo (Almeida *et al.*, 2009; Matildes *et al.*, 2011) com enchimento sedimentar que ocorre desde o Plistocénico final (Almeida *et al.*, 2009) e durante todo o Holocénico, havendo evidências da existência de influência antrópica nestes sedimentos desde o Período Romano (Almeida *et al.*, 2009).

Os vales fluviais encaixam em formações miocénicas atribuídas ao Aquitaniano e Burdigaliano (Pais *et al.*, 2006) denominadas por Camadas dos Prazeres (Pr), Areolas da Avenida de Estefânia (Es) e Calcários de Entrecampos (Ec). Na margem esquerda da ribeira de Arroios ocorrem ainda depósitos atribuídos à formação das Argilas do Forno do Tijolo (FT), das Areias de Quinta do Bacalhau (QB), do Calcário de Casal Vistoso (CV)



e das Areias com *Placuna miocénica* (*Pm*). Estes depósitos do Miocénico inferior representam essencialmente ambientes continentais e litorais, com passagens a ambientes marinhos de pequena profundidade. São constituídos por argilitos, margas, arenitos, biocalcarenitos e calcários ricos em conteúdo fossilífero, contendo, nomeadamente, corais e briozoários (*Pr*), moluscos (*EC*, *FT* e *CV*), peixes, nanoplâncton calcário, dinoflagelados, foraminíferos e ostracodos (*FT*), ostreídeos (*Pr* e *QB*) e algas rodófitas (*CV*) (Pais, *et al.*, 2006). Nas fácies mais continentais ocorrem fósseis de mamíferos, particularmente em *Pr* e *Pm*.

Na área a montante da Ribeira de Valverde ocorrem também afloramentos do Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra (β^1) que correspondem essencialmente a escoadas basálticas (Pais *et al.*, 2006). As lavas apresentam uma grande variedade textural, de afíricas a muito porfíricas, sendo os fenocristais mais frequentes de espinela cromífera, olivina, clinopiroxena, óxidos de ferro, plagioclase e anfíbola (horneblenda) (Palácios, 1985).

Oliveira (1967) caracteriza as areias do estuário do Tejo com base na granulometria, na composição em minerais pesados e teor em carbonato de cálcio. Para as praias adjacentes à zona de estudo (Ribeira de Barcarena – Belém), foram descritas associações de minerais pesados ricas em augite e contendo turmalina, zircão, estauroilite e andaluzite (*Associação A*; Oliveira, 1967), provenientes, de acordo com o autor, de rochas ígneas básicas. As areias são finas, com medianas do diâmetro entre 1.4 e 2.1 Φ e com valores de carbonato de cálcio superiores a 20% (bioclastos e grãos de calcite).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas 11 amostras de 3 locais diferentes, cuja descrição, localização e enquadramento arqueológico estão sintetizados na Tabela 1.

As amostras recolhidas no NARC correspondem a sedimentos de praia fluvial, correspondendo a amostra recolhida na Camada 34 à superfície de ocupação durante a Idade do Ferro (entre os séculos V e VI a.C.) que assenta sobre areias de praia expostas naquela época.

As amostras recolhidas no Criptopórtico correspondem a: sedimentos das praias fluviais sobre as quais assenta esta estrutura (Criptopórtico 4); sedimentos localizados no exterior da estrutura, na área virada ao estuário e depositados após a sua construção (amostras Criptopórtico 1/2/3). Estas últimas poderiam representar depósitos posteriores ao Período Romano, uma vez que após o abandono desta estrutura haveria neste local condições para a existência de praias. No entanto, as cerâmicas exumadas destes depósitos apresentam uma diacronia entre a Idade do Ferro (residuais) até aos séculos V/VI d.C., limitando a cronologia a este período (Caessa, Nozes e Mota, 2016).

As amostras recolhidas no BPLX correspondem a depósitos cascalhentos de praia, numa área sem ocupação antrópica. O enquadramento cronológico deste local é atribuído ao Período Romano, pela presença abundante, no seio do depósito, de fragmentos de cerâmica de grande dimensão (> 3cm) e rolados de produção romana.

TABELA 1 LOCALIZAÇÃO, DESIGNAÇÃO, ENQUADRAMENTO ARQUEOLÓGICO E ALTIMETRIA DAS AMOSTRAS ESTUDADAS					
LOCAL	DESIGNAÇÃO CAMPO	AMOSTRA	DESIGNAÇÃO LABORATÓRIO	ENQUADRAMENTO ARQUEOLÓGICO	ALTIMETRIA (m ACIMA NMM)
NARC	3 SE, Comp. 8	Camada 9 topo (recolhida durante a escavação arqueológica)	NARC1	Romano	3.0
	3 SE, Comp. 8	Camada 9 base (recolhida durante a escavação arqueológica)	NARC2	Romano	2.6
	3 Este L/M 18	Camada 34 (recolhida em 2017, com trado)	NARC3	Ocupação Idade do Ferro	2.5
	Não escavada	Não escavada (recolhida em 2017, com trado)	NARC4	Anterior à ocupação da Idade do Ferro	2.3
Criptopórtico	Perfil 6	Amostra 5	Criptopórtico1	Após construção do criptopórtico Romano	1.8
	Sondagem 16, amostra 2	Amostra 2	Criptopórtico2	Após construção do criptopórtico Romano	1.7
	Sondagem 16, amostra 1	Amostra 1	Criptopórtico3	Após construção do criptopórtico Romano	1.7
	Sondagem 1 - 1996	Sondagem 1 - 1996	Criptopórtico4	Anterior à construção do criptopórtico Romano	0
Banco de Portugal/Museu do Dinheiro	UE2402	Sem referência	BPLX1	Romano	0
	UE2403	Sem referência	BPLX2	Romano	-0.2
	UE20134	Sem referência	BPLX3	Romano	0.1
	UE964	Sem referência	BPLX4	Romano	0
	UE12201	Sem referência	BPLX5	Romano	0

Em todas as amostras foi caracterizada a textura dos sedimentos através da determinação da percentagem da fracção grosseira ($fg > 63\mu m$) e fina ($ff < 63\mu m$) recorrendo à separação por via húmida com auxílio de um crivo de $63\mu m$. Cada amostra foi alvo de classificação textural de acordo com Folk & Ward (1957) e objecto de representação em diagrama triangular adequado (Folk, 1954). A fg foi alvo de separação granulométrica através de peneiração mecânica, utilizando uma série normalizada de crivos ASTM entre 4Φ ($63\mu m$) e -5Φ ($3,2cm$) com intervalo de 0.5Φ , de acordo com a classificação

de Udden-Wentworth. Determinaram-se os quatro parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica: diâmetro médio (Mz), desvio-padrão gráfico inclusivo (σ_l), assimetria gráfica inclusiva (SK_l) e curtose gráfica ($K\sigma$) pelo método gráfico (Folk and Ward, 1957) utilizando o programa GRAN-GRAF (Carvalho, 1998). As curvas de frequência acumulada foram construídas em papel de Gumbel com recurso ao software Grapher v.11.

Foi determinado o conteúdo em carbonato de cálcio ($CaCO_3$) através do método gasométrico, utilizando um calcímetro Eijkelkamp. A percentagem de matéria orgânica total (MO_T) foi determinada por queima na mufla utilizando método adaptado de Kristensen (1990).

As areias de dimensão $0.5\Phi-1\Phi$ foram observadas numa lupa binocular Leica MZ12 com ampliação até 10x e descritas em relação à composição e morfologia dos grãos. Na amostra BPLX5, por ser uma amostra muito grosseira, foram observados os balastos de dimensão superior a -2Φ .

Na fracção contida no intervalo $1\Phi-4\Phi$ foram separados os minerais pesados utilizando bromoformio. Seguidamente foram montadas preparações microscópicas utilizando bálsamo do Canadá. Os minerais pesados transparentes foram identificados e contados com recurso a um microscópio Leitz Wetzlar utilizando as propriedades ópticas mais comuns (forma, hábito, relevo, cor em luz simplesmente e duplamente polarizada, pleocroísmo e sinal de alongamento). Em média foram contados e identificados cerca de 300 grãos destes minerais por amostra utilizando o método de *ribbon* (Galehouse, 1971 in Mange e Maurer, 1992). Os minerais pesados não foram estudados nas amostras BPLX4 e BPLX5, devido à baixa percentagem de areia.

5. RESULTADOS

5.1. GRANULOMETRIA

Da análise textural [TABELA 2; FIG. 4] é possível caracterizar os sedimentos do NARC como areias e areias cascalhentas. A amostra que corresponde ao nível de ocupação da Idade do Ferro (NARC 3), apresenta enriquecimento relativo em lodo. Os sedimentos do Criptopórtico são classificados como areias, com excepção da amostra anterior à construção da estrutura (Criptopórtico 4), classificada como areia lodosa (cascalhenta). As amostras do BPLX são essencialmente caracterizadas como cascalho arenoso, com excepção das amostras BPLX4 e BPLX5 caracterizadas, respectivamente, como lodo arenoso (cascalhento) e cascalho, correspondendo a intercalações centimétricas no seio dos cascalhos arenosos.

FIG. 4 Classificação textural das amostras analisadas (Folk, 1954; Folk e Ward, 1957).

L – lodo;
La – lodo arenoso;
Al – areia lodosa;
A – areia;
L(c) – lodo (cascalhento);
La(c) – lodo arenoso (cascalhento);
Al(c) – areia lodosa (cascalhenta);
A(c) – areia (cascalhenta);
Lc – lodo cascalhento;
Alc – areia lodosa cascalhenta;
Ac – areia cascalhenta;
Cl – cascalho lodoso;
Cal – cascalho arenoso (lodoso);
Ca – cascalho arenoso;
C – cascalho.

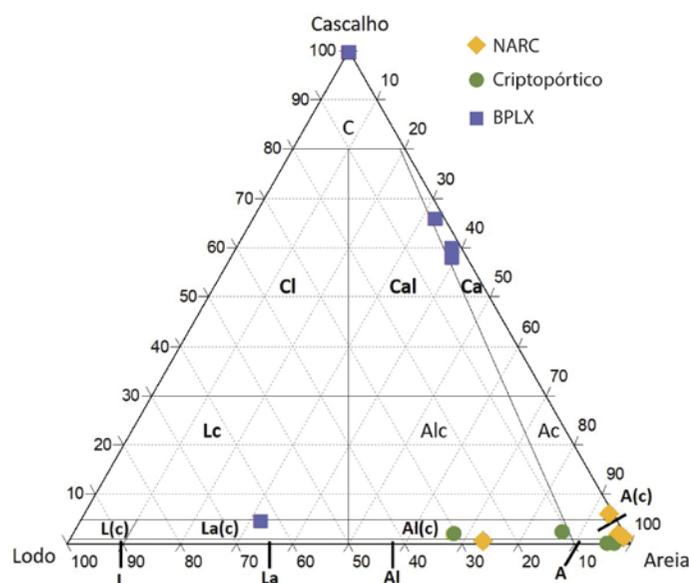
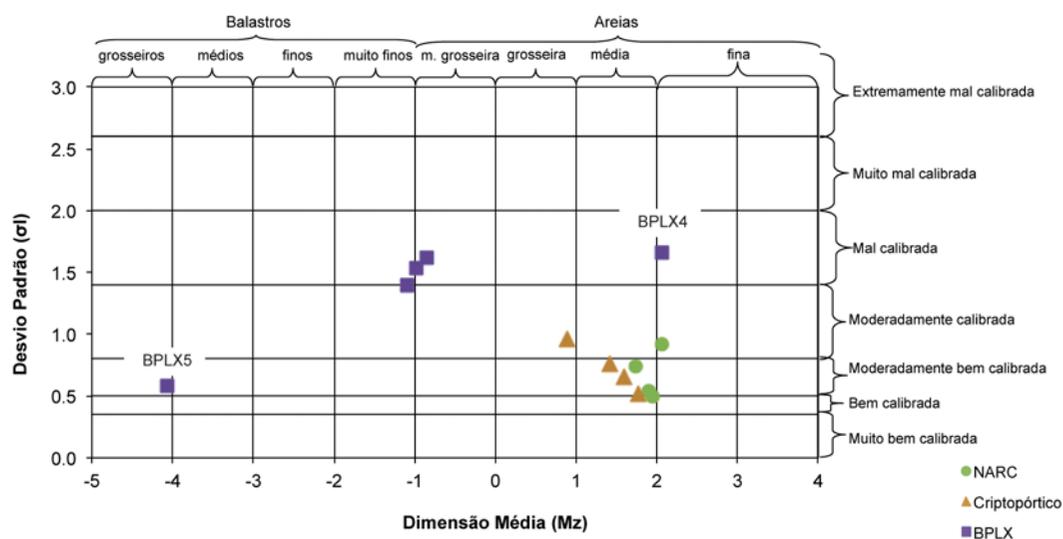


TABELA 2 ANÁLISE TEXTURAL DAS AMOSTRAS ESTUDADAS			
AMOSTRA	% CASCALHO	% AREIA	% FINOS
NARC 1	0	96	4
NARC 2	0	97	3
NARC 3	2	68	31
NARC 4	2	87	11
Criptopórtico1	6	93	1
Criptopórtico2	1	98	1
Criptopórtico3	2	97	1
Criptopórtico4	0	74	26
BPLX1	60	39	2
BPLX2	66	33	2
BPLX3	58	39	3
BPLX4	4	32	64
BPLX5	100	0	0

A fracção grosseira (fg) dos sedimentos do NARC é caracterizada como areia média a fina (Mz : 1,8 a 2,1 Φ), moderadamente bem calibrada a moderadamente calibrada (σ : 0,5 a 0,9 Φ) [FIG. 5]. As amostras recolhidas no Criptopórtico são constituídas por areias médias a grosseiras (Mz : 0,9 a 1,8 Φ) e são moderadamente bem a moderadamente calibradas (σ : 0,5 a 1 Φ) [FIG. 5]. No que concerne às amostras do BPLX, a fg é constituída por areia muito grosseira a balastos muito finos (Mz : -1,1 a -0,9 Φ), moderadamente calibradas a mal calibradas (σ : 1,4 a 1,6), com excepção das amostras correspondentes às intercalações do material caracterizado como balastos grosseiros (Mz = -4,1 Φ), moderadamente bem calibrados (σ = 0,6) (amostra BPLX5) e areias finas (Mz =2,1 Φ), mal calibradas (σ = 1,7) (amostra BPLX4) [FIG. 5].

FIG. 5 Gráfico de correlação entre o desvio padrão (σ) e a dimensão média (Mz) das amostras estudadas. Amostras classificadas segundo Friedman e Sanders (1978). Unidades representadas em Φ .



Os sedimentos do NARC apresentam uma distribuição maioritariamente unimodal e simétrica, enquanto os sedimentos do Criptopórtico apresentam uma distribuição maioritariamente unimodal, mas com assimetria negativa [FIG. 6], incorporando materiais mais grosseiros. Os sedimentos do BPLX apresentam uma distribuição essencialmente unimodal, e assimetria muito positiva, com excepção dos casos representados pelas amostras BPLX4 (polimodal) e BPLX5 (unimodal), que apresentam uma simetria muito negativa e simetria negativa, respectivamente.

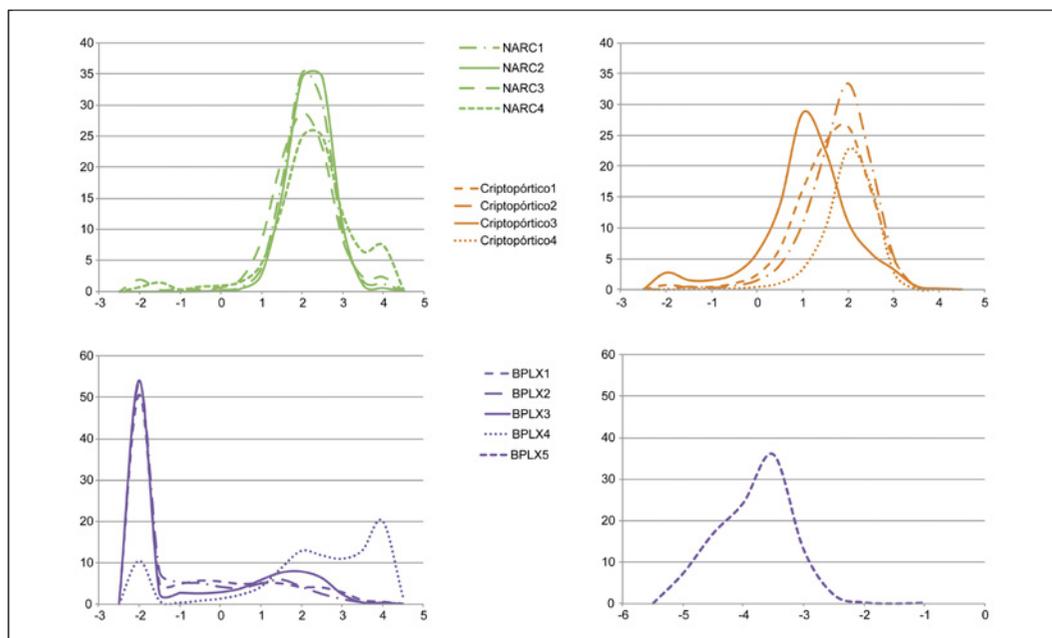
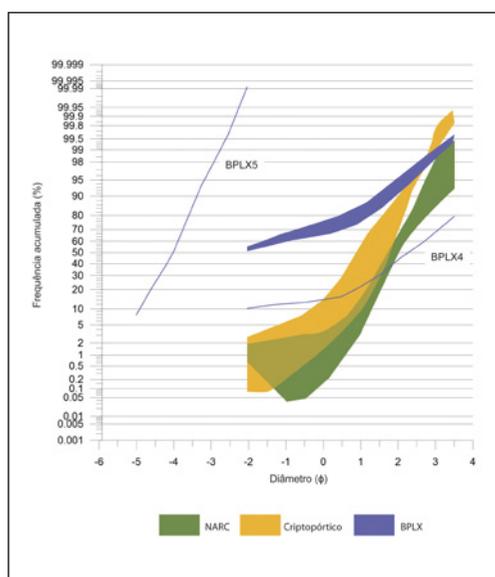


FIG. 6 Histograma de frequência simples dos sedimentos do NARC, Criptopórtico e BPLX.



Nas amostras do NARC e do Criptopórtico verifica-se a existência de duas populações granulométricas principais [FIG. 7], sendo a população mais fina (areia média a muito fina) mais representativa do sedimento (>95% no NARC e >90% no Criptopórtico) e melhor calibrada.

Nas amostras do BPLX, também se distinguem duas populações granulométricas distintas. A população grosseira é mais representativa da amostra (>80%), com excepção da amostra BPLX4, cuja população grosseira representa apenas 15% do total da amostra. No caso do BPLX5 só existe uma população constituída por cascalho.

FIG. 7 Frequência acumulada vs. dimensão média das amostras.

5.2. COMPOSIÇÃO DO SEDIMENTO E MORFOLOGIA DOS GRÃOS

O sedimento de dimensão entre $0,5\Phi$ e 1Φ é essencialmente constituído por grãos de quartzo hialino e leitoso, sub-angulosos a sub-rolados, com a superfície limpa, ocorrendo alguns grãos com pátina alaranjada e alguns minerais pesados, opacos e transparentes. Na amostra correspondente à ocupação da Idade do Ferro recolhida no NARC (NARC3), alguns grãos de quartzo apresentam a superfície baça e ocorrem carvões. Nas amostras do NARC e Criptopórtico ocorrem ainda muitos lito-clastos (basalto) e calcite. Em todas as amostras foram observados fragmentos de moluscos (bivalves e gastrópodes), alguns gastrópodes inteiros e fragmentos de briozoários. Foram também observados foraminíferos, alguns dos quais com recristalização da carapaça e rolamento, que podem ter sido retomados do substrato geológico. Particularmente nas amostras recolhidas no BPLX foram observados dentes e vértebras de peixe, restos de vegetais e sementes; ocorrem também algumas cerâmicas roladas.

A fracção de dimensão superior a -2Φ do BPLX é essencialmente constituída por balastros de calcário sub-rolados a rolados, raros balastros de outras litologias e alguns fragmentos de concha (ostreídeos) também rolados.

5.3. TEOR EM CARBONATO DE CÁLCIO (CaCO_3) E MATÉRIA ORGÂNICA (MO)

O teor (%) em MO é nulo em todas as amostras, com excepção de NARC 3 e BPLX4, onde foram determinados valores de 1,4% e 5%, respectivamente.

O teor em CaCO_3 foi apenas determinado nas amostras recolhidas no NARC e no Criptopórtico, uma vez que as amostras do BPLX são essencialmente constituídas por uma fracção grosseira rica em balastros de calcário. Os teores de CaCO_3 nos sedimentos do NARC apresentam valores médios de 10% (máx.12% na amostra NARC3; mín.7% na amostra NARC1); no Criptopórtico os valores médios são de 13% (máx.16% na amostra Criptopórtico1; mín.10% na amostra Criptopórtico4), reflectindo um aumento do teor de bioclastos.

5.4. MINERAIS PESADOS

Considerando os minerais pesados existentes no intervalo granulométrico entre 1Φ e 4Φ , verifica-se que a maior quantidade destes minerais, ponderada no sedimento total, ocorre em valores significativamente maiores do que 4%. Estes valores mais elevados correspondem exclusivamente a amostras recolhidas no NARC, as quais são compostas por areias moderadamente a bem calibradas [FIGS. 5 E 8].

Em relação às espécies minerais transparentes, ocorre uma associação dominante (>60%) composta por piroxena e turmalina e outra, menos importante (<40%), composta por andaluzite, zircão, granada, estauroilite e mica [FIG. 9].

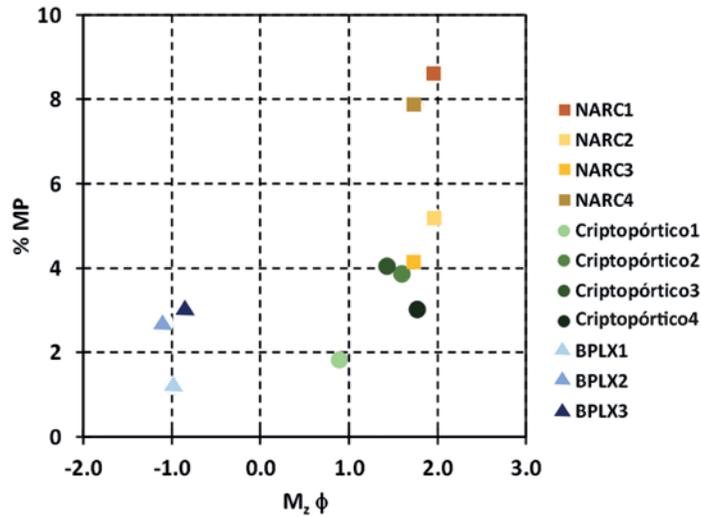


FIG. 8 Projecção dos valores correspondentes à percentagem de minerais pesados ponderada na amostra total (eixo das ordenadas) de acordo com a média granulométrica (eixo das abscissas) expressa em unidades φ (-1φ = 2 mm; 3φ= 0.125 mm).

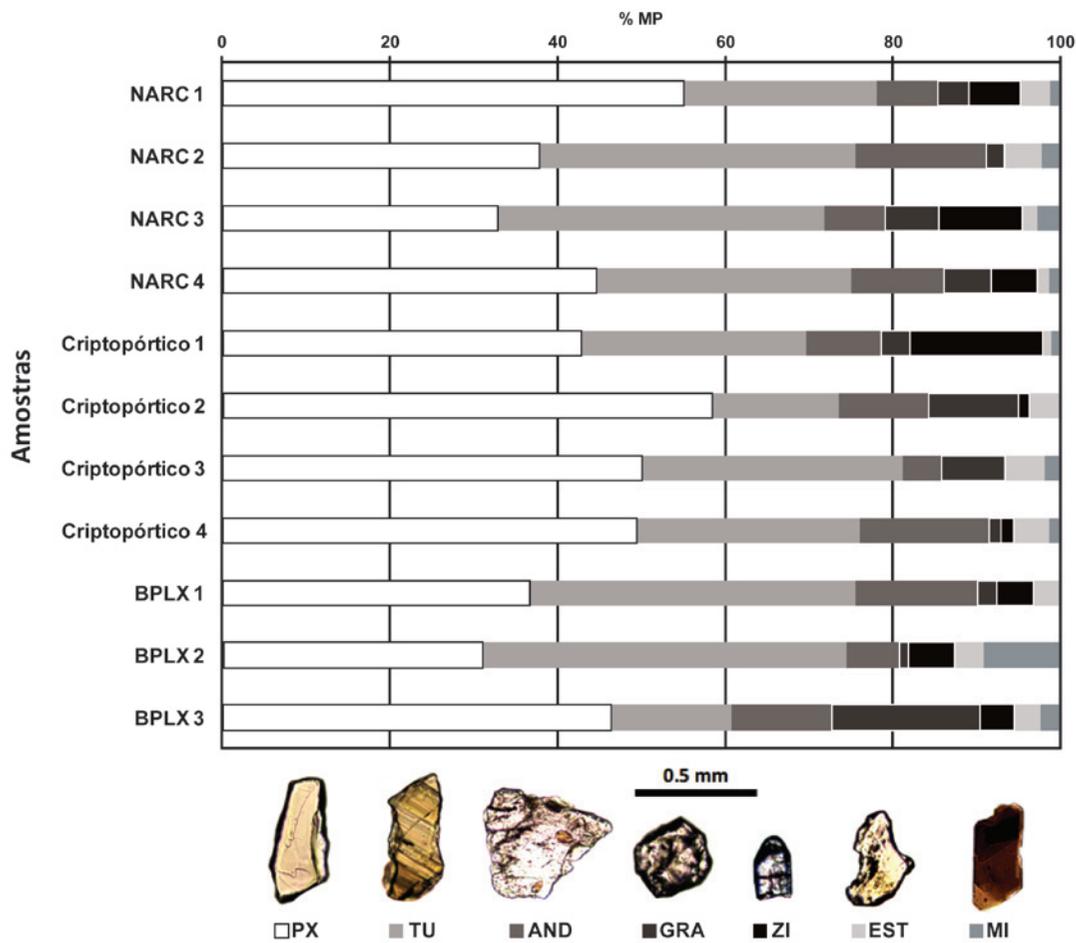


FIG. 9 Frequência (em percentagem) das principais espécies de minerais pesados transparentes presentes em cada uma das amostras estudadas.

TU – turmalina;
 PX – piroxena;
 AND – andaluzite;
 ZI – zircão;
 EST – estauroilite;
 GRA – granada;
 MI – mica.

As imagens dos minerais foram captadas ao microscópio petrográfico "Leitz Orthoplan" em luz simplesmente polarizada com uma máquina fotográfica acoplada "Canon PowerShot D10" de 12 MP.

6. DISCUSSÃO

6.1. FORMAÇÃO E DESAPARECIMENTO DAS PRAIAS DO EB

As praias que se desenvolvem no estuário do Tejo terão origem no processo de enchimento sedimentar que ocorreu após a atenuação da subida do nível médio do mar (NMM; Taborda *et al.*, 2009) há cerca de 7000 anos cal BP (e.g. Vis *et al.*, 2008). As margens estuarinas foram retrabalhadas por acção de ondas de geração local, que criaram condições para a formação de praias em locais com enquadramentos geomorfológicos favoráveis à acumulação de sedimentos (Taborda *et al.*, 2009), como é o caso do EB e das fozes de outras ribeiras que afluem directamente ao estuário do Tejo.

As amostras recolhidas correspondem a sedimentos de praias estuarinas, que ficaram preservadas vários metros abaixo de estruturas e aterros antrópicos que se lhes sobrepõem, construídos, pelo menos, desde a Idade do Ferro. Durante este período cronológico é edificado um bairro populacional, ocupado de forma contínua entre os séculos V e IV a.C., sobre estas praias estuarinas (NARC). O enriquecimento em matéria orgânica observado no sedimento que corresponde à superfície de ocupação da Idade do Ferro (amostra NARC 3) deverá estar directamente relacionado com a utilização da margem por parte da população. Foram observados à lupa binocular fragmentos de carvão na amostra NARC 3, que podem resultar da dispersão dos restos de combustão associados a esta ocupação humana.

A (quase) constante utilização antrópica das margens do EB desde a Idade do Ferro levou ao desaparecimento destas praias, como tem acontecido em muitos outros estuários (Nordstrom, 1992). Esta utilização traduziu-se, numa primeira fase, na construção de edifícios de habitação e criação de áreas mais úteis à população. Mais tarde, a partir do século XIII, inicia-se a construção de aterros sucessivos que permitiram conquistar mais e mais terreno ao rio e reconstruir ao longo do tempo a área aplanada que corresponde hoje à baixa de Lisboa.

6.2. CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS ESTUARINAS

Os sedimentos recolhidos nas praias do NARC e Criptopórtico são constituídos essencialmente por areia e areia lodosa (cascalhenta), de dimensão fina a média, essencialmente unimodal, bem calibrada. Estes sedimentos têm características semelhantes aos das praias estuarinas do rio Tejo (Freire *et al.*, 2007; FIG. 10). As areias de ambos os locais apresentam duas populações granulometricamente distintas, em que a fracção mais representativa é caracterizada por areia média a muito fina (90 a 95%). Estas areias são ainda semelhantes, do ponto de vista textural, às areias da face de praia e da berma das praias de Santo Amaro de Oeiras e Paço de Arcos (Cebola, 2015) e das referidas por Oliveira (1967).

As características texturais e a cota a que se encontram os sedimentos das amostras do NARC (2.3 a 3.0m NMM) e do Criptopórtico (1.7 a 1.8m NMM) sugere que estes materiais correspondem a areias da face de praia ou de berma de praias desta margem estuarina, considerando um nível médio do mar e amplitude de maré similares aos actuais.

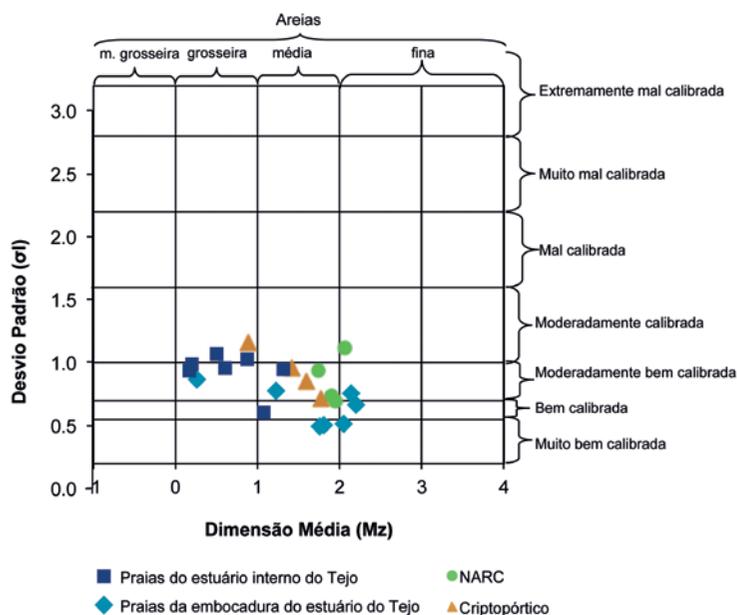


FIG. 10 Caracterização das praias actuais e antigas do estuário do Tejo relativamente à sua dimensão média e desvio padrão. Dados das praias actuais são retirados de Freire *et al.*, 2007. Praias da embocadura do estuário – Paço de Arcos e Algés, na margem norte; Cova do Vapor, Trafaria, Porto Brandão, Arrábida e Almada, na margem sul. Praias do estuário interno – Alfeite, Seixal, Santo André, Barreiro, Rosário, Base Aérea, Alcochete, na margem sul. Unidades representadas em Φ .

As amostras do BPLX correspondem a sedimentos cascalhentos com assimetria positiva localizados a cotas mais baixas (ap. 0m NMM). Estes sedimentos são essencialmente constituídos por balastros de calcário rolados aos quais se associa a presença de uma população minoritária de areia semelhante em composição à identificada nas amostras do NARC e do Criptopórtico. A presença de balastros poderá traduzir a existência de depósito sedimentar residual localizado ao nível médio do mar (numa posição intertidal, possivelmente no limite entre a face de praia e o terraço de baixa-mar), que foi trabalhado ao longo do tempo, gerando o predomínio de elementos com formas boleadas.

6.3. PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR

Os vários trabalhos desenvolvidos nas praias estuarinas do Tejo (Oliveira, 1967; Louzada, 1995; Freire, 1999; Freire *et al.*, 2007, 2013) demonstram que a proveniência de sedimentos marinhos para estas praias é limitada, apontando para a grande importância de uma fonte local associada aos afluentes que drenam para o estuário. Oliveira (1967) identifica nos sedimentos da margem direita do interior do estuário a presença de uma associação de minerais pesados composta predominantemente por augite (piroxena), seguida por turmalina, zircão, estauroлите e andaluzite cuja principal origem é identificada pelo autor como sendo o Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra. Esta associação é compatível com a identificada nas amostras estudadas, onde se destaca, também, a presença dominante de piroxena (possivelmente augite), turmalina, andaluzite e zircão [FIG. 9]. Assim sendo, a presença dominante de piroxena aponta para a influência do Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra como uma possível fonte destes sedimentos, tal como foi apontado pelo estudo de Oliveira (1967). Por outro lado, a presença de

turmalina como segundo mineral mais abundante, poderá ser indicativa da influência das formações detriticas do Miocénico como fonte provável. Estes dados confirmam, portanto, a importância das fontes locais no abastecimento sedimentar das antigas praias, em detrimento de uma contribuição associada à bacia hidrográfica do rio Tejo.

O teor em CaCO_3 apurado nas amostras do NARC (10%) e Criptopórtico (13%) é inferior aos teores dos sedimentos das praias da margem norte da embocadura do Tejo localizadas a oeste da zona de estudo (>20%) (Oliveira, 1967). Segundo este autor, o elevado teor em CaCO_3 detectado na foz do estuário, é interpretado como o resultado da influência marinha. A observação à lupa binocular permitiu detectar a presença de frequentes fragmentos de conchas de moluscos, gastrópodes, foraminíferos, para além de vestígios de outros organismos. As características de alguns destes fragmentos parecem ser compatíveis com as de organismos de idade miocénica, fósseis, retomados pela erosão e lançados nas antigas praias, onde se terão misturada com as partículas terrígenas e apontando também para a importância de uma fonte sedimentar local. Assim, os bioclastos podem resultar de uma mistura entre elementos herdados do substrato geológico e de elementos estuarinos existentes durante o período de formação das praias.

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho são apresentadas as análises realizadas em amostras de sedimento das antigas praias estuarinas de Lisboa. Estas existiram no EB e na margem estuarina adjacente durante a Idade do Ferro e Período Romano e foram ocupadas desde estes períodos cronológicos, levando ao seu desaparecimento. Foi sobre elas que cresceu Lisboa, dando forma à *Lisboa Sobreposta* que é esta cidade que conhecemos hoje em dia.

Os sedimentos analisados revelam um ambiente de praias estuarinas, similares às que hoje ainda se encontram no estuário interior e na embocadura do Tejo. A proveniência sedimentar destas praias é essencialmente local e tem origem na erosão das formações miocénicas e do Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra, onde encaixam as ribeiras de Arroios e Valverde.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito das bolsas FCT com a referência SFRH/BI/51557/2011 e SFRH/BD/110270/2015 atribuídas a Ana Maria Costa. O *Lisbon Stories* é financiado pela FCT através do projecto UID/GEO/50019/2013 - Instituto Dom Luiz. Agradecemos a colaboração da Câmara Municipal de Lisboa (CML) que disponibilizou a informação georreferenciada de Lisboa e em particular aos arqueólogos Ana Caessa, Cristina Nozes, Nuno Mota e Rodrigo Banha da Silva por todo o apoio prestado.

NOTAS

- ¹ Texto da autoria de Ana Caessa, Nuno Mota e Cristina Nozes.
- ² Intervenções arqueológicas da responsabilidade de Ana Caessa, Cristina Nozes e Nuno Mota, que autorizaram a recolha científica das amostras.
- ³ Intervenção arqueológica da responsabilidade de Lídia Fernandes e Manuela Leitão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, I. M.; ANDRADE, C.; FREITAS, M. C.; MORENO, J.; CABRAL, M. C.; CRAVEIRO, S.; MARQUES, F. M. S. F. (2009). Holocene paleoenvironmental evolution of the Lisbon downtown area as recorded in the Esteiro da Baixa sediments – first results. *Journal of Coastal Research (proceedings of the 10th International Coastal Symposium)*, SI 56, pp. 574–578.
- BUGALHÃO, J. (2001). A indústria romana de transformação e conserva de peixe em *Olisipo*. Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros. Instituto Português de Arqueologia. *Trabalhos de Arqueologia* 15, 186 p.
- BUGALHÃO, J.; ARRUDA, A. M.; SOUSA, E.; DUARTE, C. (2013). Uma necrópole na praia – o cemitério romano do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros (Lisboa). *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 16. Lisboa: DGPC; pp. 243–275.
- BUGALHÃO, J. (2015). Núcleo arqueológico da Rua dos Correiros. In: *Uma casa pré-Pombalina na baixa lisboeta*. Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros. Lisboa. CHAM. Arqueoartes 3, pp. 7–12.
- CACHÃO, M. (2017) – A Geologia subjacente aos pavimentos de Lisboa. In: *Debaixo dos nossos pés, Pavimentos Históricos de Lisboa*, Museu de Lisboa, EGEAC, E.M., pp. 28–31.
- CAESSA, A.; NOZES, C.; MOTA, N. (2016). Novas descobertas no criptopórtico romano de Lisboa – Rua da Conceição, 75–77 (primeira fase). *Almadán*, II série, 20, Almada: Centro de Arqueologia de Almada, pp. 220–221.
- CARVALHO, C. (1998). GranGraf V 2.0 B, Programa de Tratamento de Dados Granulométricos, F.C.U.L., Lisboa.
- CEBOLA, M. T. (2015). Caracterização morfodinâmica e sedimentar das praias de Santo Amaro e Paço d'Arcos. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 108 pp.
- COSTA, A. M.; FREITAS, M. C.; INÁCIO, M.; FATELA, F.; LOPES, V.; ANDRADE, C.; CACHÃO, M.; MENDES, P. M.; SARRAZOLA, A.; MACEDO, M.; BETTENCOURT, J.; CARVALHO, R.; FREITAS, T. (2016). Single Events and century-scale evolution of the northern margin of the Tagus river multidisciplinary approach to a natural and anthropic sediment record. *Estudos do Quaternário* 14, pp. 92–104.
- COSTA, A. M.; FREITAS, M. C.; LOPES, V.; ANDRADE, C.; BUGALHÃO, J.; BARRROS, P. (2017). Reconstrução paleoambiental da margem Norte do rio Tejo através da análise *multi-proxy* de sedimentos recolhidos em contexto de obra com achados arqueológicos. *Actas do II Congresso da Associação de Arqueólogos Portugueses*, pp. 765–780.
- FOLK, R. L. (1954) – The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology* 62, pp. 344–359.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. (1957). Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3.
- FREIRE, P. (1999). *Evolução morfo-sedimentar de margens estuarinas (estuário do Tejo, Portugal)*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Lisboa. 320 pp.
- FREIRE, P.; TABORDA, R.; SILVA, A. M. (2007). Sedimentary characterization of Tagus estuarine beaches (Portugal). A contribution to the sediment budget assessment. *Journal of Soils and Sediments* 7, pp. 296–302.
- FREIRE, P.; JACKSON, N. L.; NORDSTROM, K. F. (2013). Defining beaches and their evolutionary states in estuaries. *Journal of Coastal Research* SI 65, pp. 482–487.
- FRIEDMAN, G. M.; SANDERS, J. E. (1978). Principles of Sedimentology. Wiley: New York. 792 pp.
- INÁCIO, M.; COSTA, A. M.; FREITAS, M. C.; FATELA, F.; LOPES, V.; ANDRADE, C.; CACHÃO, M. (2016). Evolução da margem estuarina do Tejo a escala multiseccular. *VI Congresso Jovens Investigadores em Geociências*, LEG 2016: 26–29.
- KRISTENSEN, E. (1990). Characterization of biogenic organic matter by stepwise thermogravimetry (STG). *Bio-geochemistry*, 9, pp. 135–159.
- LOUSADA, C. (1995). Contribuição para o estudo da proveniência dos sedimentos arenosos das praias da margem esquerda do estuário do Tejo. Relatório do projecto EU-0445-“Climate Change and Coastal Evolution in Europe”. GeoFCUL (não publicado), Lisboa, 76 pp.
- MANGE, M. A.; MAURER, H. F. W. (1992). *Heavy minerals in colour*. Chapman and Hall, London, 147 pp.
- MATILDES, R.; ALMEIDA, I. M.; TABORDA, R.; MARQUES, F. (2011). The contribution of GeoSIS_Lx database and geoscientific information system to the reconstruction of Lisbon's coastline. *Journal of Coastal Research*, SI 64: 1702–1706.
- MOTA, N.; MARTINS, P. V. (no prelo). Criptopórtico Romano de Lisboa: arqueologia e arquitetura de uma estrutura portuária (um esboço preliminar)”, in *Meios, vias e trajetos: entrar e sair de Lisboa*. *Fragmentos de Arqueologia de Lisboa*, 2, Centro de Arqueologia de Lisboa (CML)/Secção de Arqueologia da Sociedade de Geografia de Lisboa.
- NORDSTROM, K. (1992). *Estuarine beaches. An introduction to the physical and human factors affecting use and management of beaches in estuaries, lagoons, bays and fjords*. Elsevier's Science Publishers Lda, New York, 225 p.
- OLIVEIRA, R. (1967). Contribuição para o estudo do estuário do Tejo. Sedimentologia. Memória 296. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 61 pp.
- PAIS, J.; MONIZ, C.; CABRAL, J.; CARDOSO, J. L.; LEGOINHA, P.; MACHADO, S.; MORAIS, M. A.; LOURENÇO, C.; RIBEIRO, M. L.; HENRIQUES, P.; FALÉ, P. (2006). Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000. Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 74 pp.
- PAIS, J.; CUNHA, P. P.; LEGOINHA, P. (2010). Litostratigrafia do Cenozóico de Portugal. In NEIVA, J. N. C.; RIBEIRO, A.; VICTOR, L. M.; NORONHA, F.; RAMALHO, M. (eds.) – *Ciências geológicas: Ensino e Investigação*, Vol. I, pp. 365–376.
- PALÁCIOS, T. (1985). *Petrologia do Complexo Vulcânico de Lisboa*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Lisboa, 260 pp.
- ROCHA, A.; REPRESAS, J.; MIGUEZ, J.; INOCÊNCIO, J. (2013). Edifício Sede do Banco de Portugal em Lisboa. Um primeiro balanço dos trabalhos arqueológicos in Arnaud, J.; Martins, A.; Neves, C. (coord.) *Arqueologia em Portugal 150 anos*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 1011–1019.
- SOUSA, E. R. B. (2014). A ocupação pré-romana da foz do Estuário do Tejo durante a segunda metade do 1.º milénio a.C. *Estudos e Memórias*, 7. Lisboa: UNIARQ, 449 p.
- TABORDA, R.; FREIRE, P.; SILVA, A.; ANDRADE, C.; FREITAS, M. C. (2009). Origin and evolution of Tagus estuarine beaches. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 213–217.
- VIS, G. J.; KASSE, C.; VANDENBERGHE, J. (2008). Late Pleistocene and Holocene palaeogeography of the Lower Tagus Valley (Portugal): effects of relative sea level, valley morphology and sediment supply. *Quaternary Science Reviews* 27, pp. 1682–1709.

