
A Encosta de Sant'Ana antes de Lisboa: uma abordagem geoarqueológica*

LUÍS FILIPE S. ALMEIDA¹
ISABEL MOITINHO DE ALMEIDA¹
DIEGO E. ANGELUCCI²

R E S U M O

Os estudos de geoarqueologia desenvolvidos na última campanha de escavações no sítio arqueológico da Encosta de Sant'Ana, em Lisboa, constituem um novo contributo para a compreensão da evolução paleoambiental da localidade e da utilização antrópica dos recursos naturais. Com o objectivo de estudar as características físico-químicas dos solos com ocupação pré-histórica e a matéria-prima constituinte de estruturas arqueológicas da Idade do Bronze, realizaram-se análises laboratoriais de rotina para a caracterização pedológica e sedimentológica dos solos e adaptaram-se, para o segundo caso de estudo, metodologias de trabalho relacionadas com estudos comparáveis, de modo a caracterizar o material do ponto de vista litológico e traçar possíveis proveniências. Após os trabalhos geoarqueológicos realizados no decurso da primeira campanha de escavações, recorreu-se a outra abordagem metodológica para aprofundar o conhecimento da evolução holocénica interligada com a ocupação antrópica e o estudo da arquitectura estratigráfica local, dilatando e cimentando os resultados obtidos decorrentes da primeira campanha, no que respeita à evolução morfológica e pedo-sedimentar.

A B S T R A C T

The geoarchaeological analyses undertaken during the last excavation campaigns at the Encosta de Sant'Ana site, in Lisbon, shed a new light for the understanding of the paleoenvironmental evolution of the locality and the human utilization of natural resources. Routine laboratory analyses on soil and sediments were performed to examine the physico-chemical characteristics of prehistoric occupation floors and the raw material of Bronze Age archaeological features. For the latter, laboratory methods were adapted from related case-studies available, in order to characterize the material under a lithological perspective and trace its possible provenance. With the aim of continuing and developing the geoarchaeological work at the site, a new methodological approach was elaborated in order to widen the knowledge of the relationships between the Holocene paleoenvironment and the human occupation, and the site's stratigraphic layout, thus broadening and reinforcing the former information on the morphological and pedo-sedimentary evolution at Encosta de Sant'Ana.

1. Introdução

O objectivo desta publicação é apresentar uma contribuição ao estudo do sítio arqueológico da Encosta de Sant'Ana, em Lisboa (Muralha et al., 2002; Muralha e Costa, 2004; Angelucci et al., 2004), abordando questões relacionadas com a evolução paleoambiental do local, com a interacção entre ocupação pré-histórica e contexto paisagístico e com a utilização antrópica dos recursos naturais. Nesta abordagem, baseada na interacção entre as ciências da Terra e a Arqueologia, recorreu-se à disciplina designada por Geoarqueologia, denominação transdisciplinar que considera a aplicação de métodos de estudo e conceitos das ciências da Terra na investigação arqueológica, referida desde os anos 80 do século passado (Real, 1984, 1988; Aldeias *apud* Angelucci, 2003).

As técnicas geoarqueológicas foram aplicadas a dois temas, semelhantes em termos da metodologia utilizada, contudo diferentes do ponto de vista das questões visadas: (1) o estudo sedimentológico e pedológico dos solos com registo de ocupação pré-histórica e suas características físico-químicas; (2) os materiais constituintes das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze.

O sítio arqueológico da Encosta de Sant'Ana (ESA) foi, desde 2002, alvo de duas grandes campanhas de intervenção arqueológica, estando actualmente a cargo do Serviço de Arqueologia da Divisão de Museus e Palácios, da Câmara Municipal de Lisboa, sob a direcção da Dr.^a Manuela Leitão, com supervisão dos trabalhos de campo a cargo do Dr. Vasco Leitão. As duas campanhas foram desencadeadas pela futura construção de um empreendimento, composto por vários blocos de habitação, então designado como EPUL Jovem 7, e promovido pelo Departamento de Projectos de Planeamento Estratégico da Câmara Municipal de Lisboa.

Os trabalhos de geoarqueologia envolveram o acompanhamento das intervenções arqueológicas no sector E, num período compreendido entre Outubro de 2004 e Julho de 2005, tendo-se realizado reconhecimento e amostragem durante o trabalho de campo e, posteriormente, o estudo laboratorial das amostras recolhidas. Nesta publicação apresentam-se e discutem-se os resultados do estudo, que permitem integrar e alargar as informações já existentes sobre o sítio, referentes à análise da arquitectura estratigráfica e a alguns aspectos dos processos de formação dos sedimentos arqueológicos (Angelucci et al., 2004).

2. Enquadramento

2.1. Situação fisiográfica

O sítio arqueológico da Encosta de Sant'Ana está localizado no núcleo histórico da cidade de Lisboa, na encosta homónima a poente do actual Largo Martim Moniz, na zona terminal da Ribeira de Arroios (Figs. 1 e 2), próximo da confluência com o Esteiro da Baixa de Lisboa. O sítio é atravessado pelos vestígios observáveis de um troço de muralha e de uma torre contígua a esta (Torre do Jogo da Pela), da denominada Cerca Fernandina, construída no século XIV (Silva, 1948). As coordenadas geográficas, segundo o Datum Europeu, são 38° 43' 02" N e 009° 08' 02" W.

A altimetria, em cotas absolutas, desde a base da encosta, contígua e limitada pelo Largo Martim Moniz, até ao limite da zona de intervenção arqueológica, varia entre *ca.* 15 m e 22 m, respectivamente. Esta situação é o resultado de uma prolongada evolução morfodinâmica, com interferência contínua entre processos naturais e antrópicos, sendo estes últimos predominantes nas últimas fases históricas.

O Esteiro da Baixa, que hoje se apresenta como uma área aplanada, aberta a Sul para o estuário do Tejo e delimitada lateralmente pelas colinas do Castelo e de São Francisco (Chiado), corresponde à zona actual da Baixa de Lisboa, ou *Baixa Pombalina*. O Esteiro da Baixa representa a convergência de duas linhas de água, que correspondem actualmente a dois dos principais eixos urbanos de Lisboa: a Ribeira de Valverde, também conhecida como Ribeira de Vale do Pereiro, ou Cano de S. Sebastião, ou ainda como Ribeira da Avenida da Liberdade, a ocidente, e a Ribeira de Arroios ou da Avenida Almirante Reis, a oriente.

A Ribeira de Arroios, com uma orientação aproximada N-S, flecte na sua parte vestibular, para SSW. É neste ponto que se localiza o actual Largo Martim Moniz.

As características de abrigo da margem direita do Tejo propiciaram a ocupação humana eventualmente desde o fim do Plistocénico. A evolução da linha de costa foi condicionada pelas variações do

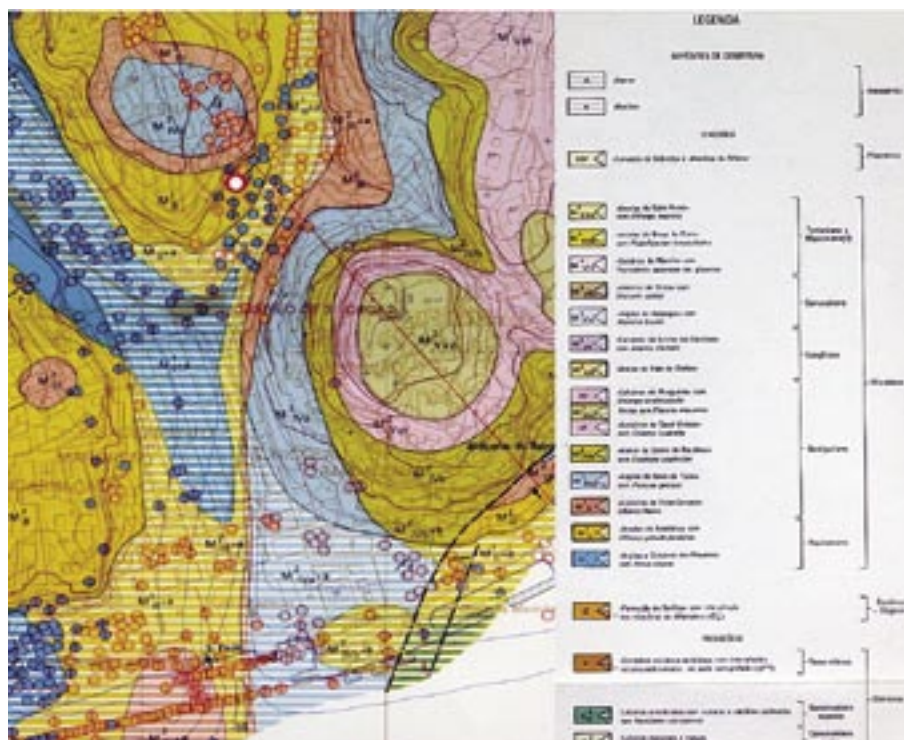


Fig. 1 Paleotopografia do substrato miocénico do Esteiro da Baixa (adaptado de Andrade, 2001). A localização do sítio é indicada pelo círculo vermelho.

Fig. 2 Mapa geológico da zona envolvente da Encosta de Sant'Ana (modificado de Almeida, 1986). A localização do sítio é indicada pelo círculo vermelho.

nível do mar, que atingiu valores da ordem de menos 120 m, em relação ao actual, no período máximo da última glaciação, há cerca de 18 000 anos ^{14}C , evoluindo com flutuações até atingir o nível actual (Andrade, 2001). Assim, o Esteiro da Baixa terá sofrido as últimas fases de encaixe por volta do Último Máximo Glaciar, numa fase em que os processos de erosão levaram ao entalhe das duas ribeiras que convergem no Esteiro atingindo, na zona da actual Praça do Comércio, mais de 40 m abaixo do actual nível do mar, como sugerido pela profundidade a que se encontra o substrato miocénico (Almeida, 1986). No tardiglacial, por volta dos 15 000 a 10 000 anos ^{14}C BP, a área terá sofrido várias modificações, persistindo, porém, a sedimentação continental. Só a partir do início do Holocénico (ca. 10 000 anos ^{14}C BP) o Esteiro terá passado a estar sujeito a condições marinhas, embora com águas pouco profundas, mas ainda com significativas contribuições continentais. A partir desta altura, e até cerca do final do II milénio a.C., a área deveria apresentar-se como uma pequena enseada que entrava pela terra dentro (Andrade, 2001).

Tomando como referência o registo da sondagem de investigação efectuada próximo do Arco da Rua Augusta (Andrade, 2001), é possível avaliar que, a partir de ca. 3200 BP, a zona da actual Praça do Comércio começou a apresentar características de praia fluvial. Seguiu-se um hiato sedimentar, que aponta para um controlo antrópico, que terá sido iniciado após a época romana.

2.2. Contexto geológico

A bacia hidrográfica drenada pela Ribeira de Arroios está afeiçoada a formações de idade miocénica, conhecidas pela designação de Série Miocénica de Lisboa.

As formações geológicas, que se estendem por grande parte da cidade, correspondem a uma época de sedimentação que terá actuado durante 16 Ma (milhões de anos), na zona vestibular da bacia do Tejo, com alternância de características correspondentes a condições continentais, costeiras e marinhas. Em resultado dessa alternância é possível assinalar vários ciclos sedimentares englobando areias, arenitos, argilitos e calcários (Almeida, 1994).

Em toda a área vestibular da Ribeira de Arroios, onde se situa a zona intervencionada pela escavação, bem como no Esteiro da Baixa, o substrato geológico é constituído por formações da Série Miocénica que se desenvolvem estruturalmente num suave monoclinial, inclinando para SSE (Fig. 3). Dessas formações destaca-se a denominada “Areolas da Estefânia”, que aflora na área em questão.

Em termos estratigráficos, a zona compreendida pela área intervencionada é enquadrada, por ordem cronológica crescente, pelas aluviões holocénicas e pelas formações da Série Miocénica, definidas por Cotter (1956), compreendidas pelos “Calcários de Entrecampos (Banco Real)”, as “Areolas com *Chlamys pseudo-pandorae* da Avenida Estefânia (Areolas da Estefânia)” e as “Argilas e calcários com *Vénus riberoi* (Argilas e calcários dos Prazeres)”.

As aluviões holocénicas são constituídas por diferentes tipos de materiais, dependendo das formações geológicas atravessadas pela rede hidrográfica. Assim, é expectável a presença de areias com diferentes graus de selecção, mas geralmente finas a muito finas, e de composição variável.

A formação “Calcários de Entrecampos” apresenta predominantemente as seguintes litologias: calcários margosos, finamente arenosos e micáceos, formados quase unicamente por moldes de moluscos; calcários, mais ou menos compactos e areias intercaladas. A espessura total é variável entre 12 e 13 m. Na base podem existir calhaus rolados (Zbyszewski, 1963).

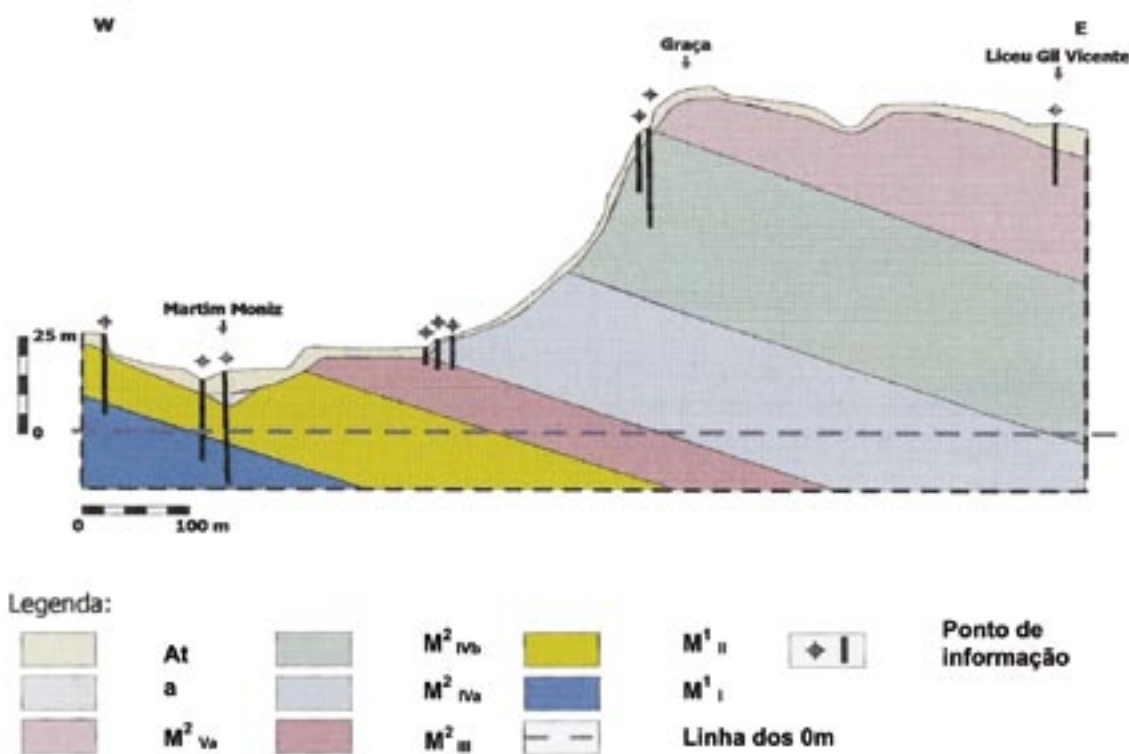


Fig. 3 Perfil geológico interpretativo com base nos registos de sondagens geotécnicas, com orientação W-E e factor de sobrelevação de 4x, englobando a zona de intervenção arqueológica (modificado de Lopes, 2001). Legenda: At - Aterro; a - Aluvião; M²_{Va} - Areias com *Placuna miocenica* e “Calcários do Casal Vistoso”; M²_{IVb} - “Areias da Quinta do Bacalhau”; M²_{IVa} - “Argilas do Forno do Tijolo”; M²_{III} - “Calcários de Entre-campos (Banco Real)”; M¹_{II} - “Areolas da Estefânia”; M¹_I - “Argilas e calcários dos Prazeres”.

Embora não aflore na área de intervenção arqueológica, mas a cotas superiores, no topo da colina, a existência de calcários fossilíferos, em bancadas competentes, leva a supor que terá tido importância na evolução geomorfológica da actual encosta.

Os afloramentos das “Areolas da Estefânia”, constituídos por níveis de arenitos calcários, areias argilosas e areias e arenitos argilosos, estendem-se, na área de Lisboa, desde Carnide até à Baixa.

Considerando a informação dos perfis geotécnicos disponíveis, realizados a partir de sondagens (Geocontrolo, 2000), na encosta de Sant’Ana, esta formação apresenta espessura máxima na ordem dos 20 m, com o topo truncado por erosão e, para Este coberta pelos sedimentos aluviais do vale da Ribeira de Arroios, nos quais se desenvolveu o solo com ocupação pré-histórica.

As “Argilas e calcários dos Prazeres” são constituídas por bancadas de argilas, calcário, margas, e areias grosseiras. Embora também não aflore na área em estudo, encontra-se subjacente à formação de “Areolas da Estefânia”, e, segundo as sondagens geotécnicas, a profundidades da ordem de 10 m.

2.3. Contextualização estratigráfica do sítio

A reconstituição da arquitectura estratigráfica arqueológica da Encosta de Sant’Ana, tendo em conta as sucessivas ocupações humanas desde a pré-história, revelou-se tarefa difícil quer ao



Fig. 4 Mapa de localização dos sectores de intervenção arqueológica no sítio da Encosta de Sant'Ana. Campanha de escavações 2004 (adaptado de EPUL – Projecto de residências do Martim Moniz).

nível da articulação ocupação-pedogénese, quer ao nível da articulação com a própria evolução geomorfológica da encosta. A descontinuidade lateral e a variabilidade dos corpos estratificados, devido à irregularidade e heterogeneidade do substrato miocénico, à localização do sítio ao longo de uma vertente, potenciando os processos de erosão e transporte durante a evolução morfológica, e ao intenso impacto antrópico que toda a área sofreu, justificam essa dificuldade.

Na primeira campanha de escavações arqueológicas a área intervencionada foi dividida em cinco sectores, designados de A a E. Cada um dos sectores foi escavado conforme uma metodologia específica segundo os contextos e achados identificados no decurso do trabalho (Angelucci et al., 2004). As actuais áreas de intervenção estão delimitadas na Fig. 4, correspondendo aos sectores de intervenção.

Os espólios arqueológicos recolhidos apontam para uma amplitude cronológica ocupacional do espaço que se estende desde o V milénio a.C. até ao século XX d.C. O sector E, em particular, revelou a existência de estratificação neolítica, com níveis de ocupação, estruturas arqueológicas e abundante espólio artefactual e ecofactual. Os depósitos de vertente, nos quais se detectaram as ocupações neolíticas e da Idade do Bronze, encontravam-se rompidos por sepulturas de inumação romanas, por um poço, interpretado como tendo sido escavado para extracção de argilas, por silos islâmicos e medievais cristãos, por poços de época medieval/moderna, por uma lixeira tardo-medieval e pelos alicerces dos edifícios pós-1755. O nível neolítico do Sector E apoia-se num paleossolo desenvolvido a partir de sedimento aluvial, cuja pedogénese, a partir das datações disponíveis, pode ser atribuída à cronozona atlântica. A ocupação antrópica instalou-se numa superfície estável, caracterizada por um horizonte A relativamente bem desenvolvido, se-

gundo os dados micromorfológicos dos estudos realizados no decurso da primeira campanha de escavação (Angelucci et al., 2004).

3. Metodologia

Os trabalhos desenvolvidos repartiram-se por três fases. A primeira, com a duração de aproximadamente quatro meses, consistiu no acompanhamento de campo e recolha de amostras. A segunda, com período de igual duração, constou do tratamento laboratorial das amostras recolhidas. A terceira e última fase, com a duração de aproximadamente dois meses, consistiu na elaboração do relatório final (Almeida, 2005).

Considerando os objectivos propostos, a apresentação e discussão dos resultados laboratoriais pretendem confirmar as observações e descrições de campo e complementar as investigações, anteriormente realizadas, ao nível da evolução e da dinâmica pedo-sedimentar.

Nos pontos seguintes refere-se a metodologia de trabalho desenvolvida desde a amostragem até ao estudo analítico.

3.1. Amostragem

O plano de amostragem (Quadro I) foi realizado atendendo, no que respeita aos solos com registo de ocupação, aos factores indicadores dos fenómenos pedo-sedimentares que caracterizam os conjuntos geoarqueológicos presentes no sector E, recolhendo-se amostras dos vários conjuntos e igualmente do substrato geológico. Porém, tratando-se de um estágio, a amostragem de que aqui se trata é apenas uma parte da amostragem total. Salienta-se a importância da realização de um registo durante o processo de amostragem, que deve contemplar enquadramentos, cotas absolutas e descrições relativas ao contexto em que se insere a amostra recolhida. A amostragem atendeu globalmente a critérios sistemáticos no caso dos conjuntos CLA e AL que, embora possuam uma baixa frequência de registo, representam os conteúdos pedo-sedimentológicos alvo de amostragem ao longo de um perfil de direcção SW-NE. Todavia no que respeita ao conjunto CLR e ao substrato geológico, a amostragem atendeu sobretudo a critérios selectivos, dada a sua maior frequência e fácil acesso ao seu registo na área em questão.

A recolha de amostras de solos foi realizada nos perfis que definem os limites das sondagens arqueológicas. Embora não exista qualquer critério específico relativo à forma das amostras recolhidas em perfis visando o estudo das propriedades físico-químicas dos solos, pareceu conveniente recolher amostras não deformadas pelos processos mecânicos da extracção. A colheita de amostras em blocos prismáticos permitiu atingir este objectivo.

No que respeita ao plano de amostragem das estruturas arqueológicas, este visou três estruturas atribuídas à Idade do Bronze, que se apresentavam apoiadas no solo de ocupação da mesma cronologia. Na amostragem procurou-se incluir não só a matriz, incluindo o provável agregante, mas também parte representativa dos elementos de maior dimensão. Paralelamente e respectivamente para cada estrutura, foram recolhidas amostras do solo onde estas se apoiavam, com vista a serem submetidas aos mesmos processos analíticos dos solos.

Todas as amostras foram recolhidas no Sector E (excepto a amostra n.º 3, que provém do afloramento geológico exterior a este sector).

A lista das amostras encontra-se no Quadro I (as cotas indicadas são absolutas e aproximadas).

Quadro I. Listagem de amostras					
Num.	Subsector, quadrícula, posição	Referência	Cota (m)	Posição estratigráfica	Data de recolha
1	VIII, A-38/39, Perfil NW-SE	CLR # 1	15,86	Conjunto CLR	10-11-2004
2	VII, E/D-16, Perfil NW-SE	CLR # 2	16,58	Conjunto CLR	11-11-2004
3	(a NW do Sector E)	AR # 1	não det.	Substrato geológico	11-11-2004
4	não det., G-9	AR # 2	17,05	Substrato geológico	11-11-2004
5	não det., P-16, Base (plano)	AR # 3	17,77	Substrato geológico	12-11-2004
6	IV, M-38/39, Base (plano)	I EB # 1	16,79	Estrutura arqueológica	12-11-2004
7	IV, M-38/39, Base (plano)	I EB # 1 s	16,79	Solo de apoio da estrutura	15-11-2004
8	I, F-49, Base (plano)	II EB # 1	15,58	Estrutura arqueológica	16-11-2004
9	I, F-49, Base (plano)	II EB # 1 s	15,58	Solo de apoio da estrutura	16-11-2004
10	I, E-50, Base (plano)	II EB # 2	15,58	Estrutura arqueológica	22-11-2004
11	I, E-50, Base (plano)	II EB # 2 s	15,50	Solo de apoio da estrutura	22-11-2004
12	V, I-37/38, Base (plano)	III EB # 1	16,19	Estrutura arqueológica	01-12-2004
13	V, I-37/38, Base (plano)	III EB # 1s	16,19	Solo de apoio da estrutura	01-12-2004
14	IV, L-38, Base (plano)	III EB # 2	16,62	Estrutura arqueológica	06-12-2004
15	IV, L-38, Base (plano)	III EB # 2 s	16,62	Solo de apoio da estrutura	06-12-2004
16	IV, J-39, Base (plano)	III EB # 3	16,30	Estrutura arqueológica	07-12-2004
17	IV, J-39, Base (plano)	III EB # 3 s	16,30	Solo de apoio da estrutura	08-12-2004
18	IX, D-45, Perfil SW-NE	ALC # 1	14,74	Conjunto AL, hor. C1	13-12-2004
19	IX, D-45, Perfil SW-NE	ALPSA Inf # 1	15,11	Conjunto AL, hor. Ab2	13-12-2004
20	IX, D-43, Perfil SW-NE	ALPSA Inf # 2	14,28	Conjunto AL, hor. Ab2 (paleocanal)	13-12-2004
21	IX, D-45, Perfil SW-NE	ALPSA Sup # 1	15,43	Conjunto AL, hor. Ab11	13-12-2004
22	IX, D-45, Perfil SW-NE	CLA # 1	15,79	Conjunto CLA	13-12-2004
23	III, F-48, Perfil NW-SE	CLR # 3	16,50	Conjunto CLR	22-12-2004
24	IX, D-45, Perfil SW-NE	ALPSA/C # 1	14,96	Conjunto AL, hor. AC	23-12-2004
25	IX, B-43, Perfil SW-NE	ALC Inf. #1	13,67	Conjntmo AL, hor. C3	03-02-2005

3.2. Trabalhos laboratoriais

A caracterização físico-química das amostras dos solos com registo de ocupação, que de uma forma geral constituem os diferentes conjuntos geoarqueológicos, enquadra-se na metodologia habitualmente utilizada em geologia, e nas Ciências da Terra *sensu lato*, para a caracterização sedimentológica e pedológica dos sedimentos.

A metodologia adoptada para a caracterização da matéria-prima constituinte das estruturas arqueológicas foi adaptada da metodologia referida na bibliografia recolhida, de modo a relacionar os conhecimentos na área da Sedimentologia e da Geologia em geral, utilizando-os como ferramentas em estudos interdisciplinares.

Os processos laboratoriais utilizados e a descrição dos seus fundamentos teóricos são em seguida descritos sumariamente.

3.2.1. Caracterização pedológica e sedimentológica dos solos

Registo de cor do sedimento

A cor, embora tenha fraca influência directa sobre os fenómenos que se verificam no solo, tem grande importância para a interpretação da génese dos solos e para a sua classificação. Dada a variedade de designações de cor que se usam correntemente, na maior parte dos casos com critérios pouco objectivos, tem sido comum a utilização dos padrões de cor do sistema de Munsell (*Munsell Soil Color Chart*).

Análise textural

Para a determinação da textura efectua-se, em laboratório, a análise granulométrica, que consiste na determinação da distribuição percentual dos vários lotes que compreendem o material com o mesmo intervalo de dimensão.

A distribuição granulométrica pode ser expressa em escalas de tamanho, de áreas, volumes, etc. Para a representação da distribuição existem várias escalas propostas. As mais utilizadas são a escala de Wentworth e a escala proposta pela USDA - NRCS (*United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service*; Soil Survey Staff, 2003), utilizada para a caracterização e classificação textural em pedologia.

Os índices granulométricos das partículas que constituem o material podem variar em termos de ordem de grandeza e, ainda que possam não existir diferenças significativas entre partículas com pequenas diferenças dimensionais, existem diferenças de comportamento entre as fracções finas e as mais grosseiras, que importa conhecer. As forças que governam o comportamento mecânico de materiais grosseiros são diferentes daquelas que afectam os materiais mais finos.

Para a análise granulométrica separa-se a fracção fina (< 0,063 mm) da fracção grosseira (> 0,063 mm) por intermédio de uma crivagem ou peneiração inicial, submetendo-se posteriormente cada uma delas a diferentes processos de análise dimensional. A fracção grosseira é habitualmente sujeita a peneiração por processos mecânicos, utilizando-se uma coluna de crivos escalonada por classes dimensionais (0,063 mm ou 63 µm; 0,088 mm; 0,125 mm; 0,177 mm; 0,25 mm; 0,35 mm; 0,5 mm; 0,71 mm; 1 mm; 1,41 mm; 2 mm; 2,83 mm; > 4 mm). A fracção fina foi, neste trabalho, sujeita a análise dimensional utilizando-se o analisador de partículas por difracção *Laser*, da marca MALVERN e modelo MS200E, associado a uma unidade de dispersão manual de volume variável, modelo HYDRO2000MU, dos laboratórios do Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.

Mineralogia

O estudo mineralógico das amostras baseou-se na análise de difractogramas de raios X realizados para a amostra total e para a fracção argilosa (< 0,002 mm), num aparelho PHILIPS PW 1080 em condições de trabalho usualmente empregues para o efeito nos laboratórios do Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.

Calcimetria

A calcite é o carbonato alcalino-terroso mais frequente e constituinte vulgar dos solos de regiões semiáridas a áridas, como resultado da alteração de minerais primários em cuja constituição entra o cálcio. Nas regiões de clima húmido, os solos dominantes são desprovidos de calcário. Este pode abundar, porém, em solos derivados de rochas calcárias (Costa, 2004).

Perante esta evidência torna-se necessário o estudo da componente mineral carbonatada nas fracções grosseira e fina, recorrendo-se a descarbonatação (calcimetria) das fracções superior e inferior a 0,063 mm.

Para calcular a percentagem dos minerais carbonatados, por diferença ponderal, as amostras foram sujeitas a ataque com ácido clorídrico (HCl). A percentagem em carbonatos é expressa por diferença entre o peso da amostra inicial e o peso após a conclusão da reacção.

Morfoscopia

A morfoscopia é uma análise directa, realizada através da observação das partículas recorrendo a lupas binoculares. As fracções alvo são geralmente as retidas nos crivos de 0,5 mm e 0,25 mm, que correspondem ao material da dimensão da areia grosseira e média, respectivamente.

Para a análise morfoscópica, no âmbito deste estudo, foram consideradas as características principais dos minerais de quartzo e a identificação da natureza dos materiais mais representativos.

Determinação do pH

A acidez activa do solo, num determinado momento, constitui uma pequena fracção da sua acidez potencial. O pH do solo determina-se geralmente em água, juntando para isso uma porção de água ao solo. O resultado obtido depende da técnica empregue na determinação do pH. A concentração hidrogeniónica é heterogénea na solução do solo. Por outro lado, o valor do pH de um solo sofre oscilações, dependendo, entre outros factores, do teor do solo em água, da natureza e proporção de sais em solução e da concentração de anidrido carbónico na atmosfera do solo (Costa, 2004).

O procedimento laboratorial utilizado para a determinação do pH encontra-se documentado na especificação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, E 203-1967, que se destina a fixar o modo de efectuar a determinação electrométrica do pH numa suspensão de solo.

Teor em matéria orgânica

O procedimento laboratorial utilizado para a determinação do teor em matéria orgânica, em termos percentuais, encontra-se documentado na especificação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, E 201-1967, que se destina a fixar o modo de determinar a matéria orgânica de um solo por oxidação com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso.

Análises químicas

Foram efectuadas análises químicas à amostra total, por “digestão” em ácidos, e por análise de espectrometria de absorção atómica, no equipamento VARIAN 200 FS dos laboratórios da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O método compreende a análise dos elementos maiores expressa em percentagens de óxidos.

A preparação das amostras consistiu na desagregação, quarteamento, secagem e pulverização, sem recorrer para esse efeito a utensílios potenciadores de contaminação das amostras. As amostras foram posteriormente solubilizadas de modo a serem analisadas segundo dois métodos. O primeiro consistiu na determinação da sílica, do “ferro total” ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) e da perda ao rubro (PR). O segundo, recorrendo então à absorção atómica, consistiu na determinação da percentagem dos seguintes óxidos presentes na amostra: TiO_2 ; Al_2O_3 ; MnO ; MgO ; CaO ; Na_2O e K_2O .

3.2.2. Caracterização da matéria-prima constituinte das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze

O conhecimento das técnicas de construção e edificação nos diversos períodos arqueológicos é determinante no que respeita à reconstituição dos conhecimentos tecnológicos, das estruturas sociais e métodos de organização e gestão de recursos envolvidos nas construções antigas.

Para o estudo dos materiais envolvidos na construção de estruturas arqueológicas é importante a caracterização dos métodos utilizados para a sua elaboração e formas de utilização. Para tal é fundamental a sua caracterização mineralógica, sedimentológica e morfológica.

Embora não exista uniformização de métodos a metodologia deve ser adequada em função do estudo que se quer desenvolver.

No presente caso de estudo a recolha bibliográfica, destinada à pesquisa de uma metodologia que se adequasse ao problema, tornou-se imprescindível. A metodologia adoptada permitiu responder a duas questões, a primeira relativa à identificação dos materiais utilizados na agregação dos elementos estruturais, a segunda, não menos importante, referente à sua proveniência. Na caracterização da matéria-prima empregue nas estruturas, o material lítico de maior calibre que corresponde à componente grosseira, que é agregada pela matriz que confere sustentabilidade aos elementos estruturais, também foi alvo de análise, embora a uma menor escala de importância, uma vez que é englobado nos registos dos trabalhos de campo arqueológicos.

A abordagem metodológica foi elaborada e desenvolvida em torno dos aspectos texturais mais significativos, conforme é observável no diagrama apresentado na Fig. 6. A análise granulo-



Fig. 5 Fluxograma sumário dos processos laboratoriais realizados para a caracterização físico-química dos solos.



Fig. 6 Fluxograma sumário dos processos laboratoriais realizados para a caracterização da matéria-prima constituinte das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze.

métrica foi inspirada nos métodos de análises realizadas em contextos de estudo semelhantes, como é o caso dos estudos de caracterização físico-química de argamassas antigas, realizadas no LNEC (Veiga et al., 2001). Não sendo o material em estudo uma argamassa, a adaptação deste método de trabalho permite abordar a sua caracterização física.

Após a desagregação de uma percentagem significativa de cada amostra, procedeu-se à separação granulométrica de três fracções. É separada, por peneiração mecânica, a fracção grosseira ($> 0,106$ mm) da inferior, potencialmente agregante. A fracção grosseira é posteriormente crivada com a separação de duas classes dimensionais. Uma, superior a 4,75 mm e outra entre 4,75 mm e 0,106 mm. O material de maior calibre, com dimensão superior a 4,75 mm, corresponde ao material agregado que é envolvido pela matriz constituída pelos materiais de dimensões inferiores a 0,106 mm. A fracção intermédia compreende vários materiais líticos, sendo mais representativos os materiais inertes da dimensão das areias.

A fracção inferior a 0,106 mm, após a separação da fracção grosseira, foi submetida a análise granulométrica, por difracção *Laser*, e mineralógica por difractometria de raios X, utilizando as mesmas condições de trabalho e os mesmos aparatos utilizados na caracterização pedológica e sedimentológica dos solos. A calcimétria incidiu nas duas principais fracções, respectivamente, superior e inferior a 0,106 mm). A análise morfoscópica seguiu um esquema de observações idêntico ao aplicado aos solos, visando a fracção superior a 4,75 mm e intermédia (entre 0,106 mm e 4,75 mm), permitindo, assim, inferir-se sobre a proveniência comum de determinados materiais.

A caracterização química foi realizada utilizando a metodologia descrita para os solos.

4. A sucessão holocénica da Encosta de Sant'Ana

4.1. Evidências de campo

Segundo Angelucci (2003), nos casos onde as técnicas convencionais empregues na organização estratigráfica em arqueologia, utilizadas para contextualizar determinada ocupação e distingui-la de outras, ambas relacionadas com o respectivo espólio arqueológico descoberto (utilizando entidades diferenciadas, como por exemplo, unidades estratigráficas, conjuntos de achados, etc.), não fornecem a informação efectiva da organização estratigráfica, deve recorrer-se à utilização de uma entidade denominada “Unidade Geoarqueológica de Campo” (UGC).

Esta entidade define-se, portanto, como um: “corpo tridimensional separado do material adjacente por descontinuidades de qualquer tipo, ou, quando os seus limites não estejam patentes ou claros, diferente do material adjacente ou, alternativamente, diferenciado arbitrariamente por critérios topográficos ou arqueológicos”.

De modo a possibilitar uma melhor compreensão da sucessão e organização estratigráfica do sítio de ESA, Angelucci (2004) definiu para os sectores C e E, da primeira campanha de escavação, com base nas suas características pedo-sedimentares, três grupos de sedimentos, ou conjuntos geoarqueológicos baseados na UGC, uma vez que os referidos sectores apresentavam uma organização semelhante e homogénea. Estas definições foram retomadas para a segunda campanha, servindo de referência para os trabalhos geoarqueológicos que se seguiram.

Conjunto Geoarqueológico CLR: correspondente ao conjunto geoarqueológico de sedimentos de vertente recentes (coluviões recentes), sobrejacentes aos níveis de ocupação da Idade do Bronze; correspondente com a unidade estratigráfica 1 da escavação destes sectores. Sobrepõem-se a este conjunto os materiais entulhados após o terramoto de 1755. Os depósitos deste conjunto cobrem de forma relativamente contínua a encosta e embalam os níveis de ocupação romana a montante do sector E, e pós-romana em toda a área do mesmo sector, apresentando com frequência balastros calcários heterométricos, numa matriz silto-arenosa, sem estratificação. A sua cor é pardo-oliváceo-clara, a estrutura é maciça e exibe por vezes acumulação de carbonatos secundários. A observação daquela alternância de níveis indicia que a vertente foi activa durante as fases mais recentes do Holocénico. Não é possível garantir que os sedimentos que constituem este conjunto são coluviões de origem natural, ou relacionados com a instabilidade da vertente por acção antrópica indirecta, ou ainda se são o resultado de aterro de origem antrópica. Pese a incerteza da origem, a alternância observada deriva de uma actividade sedimentar indicadora de instabilidade da encosta (Angelucci, 2004).

Conjunto Geoarqueológico CLA: correspondente ao conjunto geoarqueológico de sedimentos de vertente mais antigos (coluviões mais antigos), subjacente ao conjunto CLR e em contacto directo; correspondente com as unidades estratigráficas 2 e 3 da escavação nestes sectores. O conjunto CLA diferencia-se do conjunto CLR pela cor (pardo-amarelado-escura), pela composição da fracção grosseira e pelo seu grau de alteração. Este conjunto compõe-se de terreno franco-siltoso com frequentes balastros calcários, parcialmente alterados; é maciço e não evidencia organização estratigráfica.

Este conjunto denuncia já uma origem francamente coluvionar, em contraposição com o conjunto CLR, demonstrada pela presença de fragmentos de rocha, estabilizando na interface superior do conjunto, em correspondência com a unidade estratigráfica 2 (Idade do Bronze), destacando-se a presença de matéria orgânica que pode derivar do próprio material de origem desta coluvião, proveniente da remobilização de solos orgânicos preexistentes ao longo da encosta.

Conjunto Geoarqueológico AL: compreende a superfície de ocupação neolítica — unidade estratigráfica 4 da escavação nestes sectores — e os sedimentos sobre os quais esta camada se apoia. Os sedimentos são de origem aluvial relacionados directamente com a sedimentação da Ribeira de Arroios, tendo sido a partir deste conjunto que o desenvolvimento do solo com ocupação neolítica se proporcionou, ficando então enterrado como paleossolo, através da selagem pelo conjunto CLA.

É um conjunto com características aluvionares, que sofreu os processos de pedogénese produzindo o desenvolvimento de um solo, cuja ocupação datada do Neolítico final (unidade estratigráfica 4), lhe é sobrejacente e marca a interface entre o conjunto AL e o conjunto CLA. Esta selagem permitiu a preservação deste solo com matéria orgânica incorporada, denominando-se assim de paleossolo aluvial articulado num perfil de tipo A - AC - C, ocorrendo pontualmente um horizonte Bw (horizonte mineral com alteração “in situ”), em substituição do horizonte de transição AC (também designado por A/C).

O horizonte A do perfil do solo possui uma textura franco-silto-arenosa, cor pardo-escura, sem pedras, com estrutura prismática pouco desenvolvida, definindo polígonos de dessecação, com fendas cerradas preenchidas por carbonatos de cálcio, contendo matéria orgânica bem decomposta e revestimentos de carbonato de cálcio. Neste horizonte identificaram-se também alguns paleocanais associados a antigos cursos de água temporários (barrancos), com direcções aproximadas E-W.

Inferiormente, o horizonte de transição AC apresenta-se heterogéneo quanto à textura e cor, ostentando canais preenchidos por material do horizonte A.

Os horizontes A e AC desenvolveram-se a partir de material semelhante ao do horizonte C do perfil, com textura franco-silto-argilosa, sem pedras, pardo, maciço, com pequenas concentrações de óxidos de Fe-Mn e revestimentos delgados de carbonato de cálcio.

Os registos arqueológicos pré-históricos deste conjunto permitem afirmar que a formação do solo continuou durante e posteriormente às fases mais antigas de ocupação neolítica, que correspondem à unidade estratigráfica 5, correspondente a uma acumulação de conchas encontrada no horizonte A do paleossolo.

4.2. Perfil do solo no conjunto geoarqueológico AL

O perfil do solo que traduz o desenvolvimento e a evolução pedogenética, cujos registos de ocupação humana permitiram a definição do conjunto geoarqueológico AL, situa-se no sector E e foi identificado no decurso da primeira campanha de escavações (Angelucci, 2004). Porém, na campanha iniciada em 2004 foram postos a descoberto novos perfis do mesmo conjunto, em sondagens arqueológicas distintas, que permitiram ampliar os conhecimentos e as informações, corroborando ao mesmo tempo as hipóteses de desenvolvimento e evolução do solo decorrentes da primeira campanha.

A análise do perfil do solo no sector E, patente no perfil NE-SW situado nas quadrículas D-43 a D-48 (subsector IX), permitiu identificar de que forma os processos pedogenéticos afectaram o desenvolvimento e evolução do solo no sedimento aluvial da Ribeira de Arroios.

O perfil do solo representado nas Figs. 7 e 8, mostra a selagem do conjunto AL pelo conjunto CLA. O paleossolo, cuja superfície é marcada pela unidade estratigráfica 4 a uma cota absoluta de *ca.* 15,50 m, articulado com o perfil do solo do tipo A - AC - C, apresenta três subdivisões identificadas no horizonte A: Ab1 (dividido ainda em Ab11 e Ab12) e Ab2 — horizontes enterrados que se distinguem pela cor e pela ocorrência de materiais relacionados com a ocupação antrópica. O horizonte C, divide-se em quatro sub-horizontes nem sempre distinguíveis. O registo do horizonte C, constituído por C1, C2, C3 e C4, encontra-se patente num perfil com direcção SW/NE, da

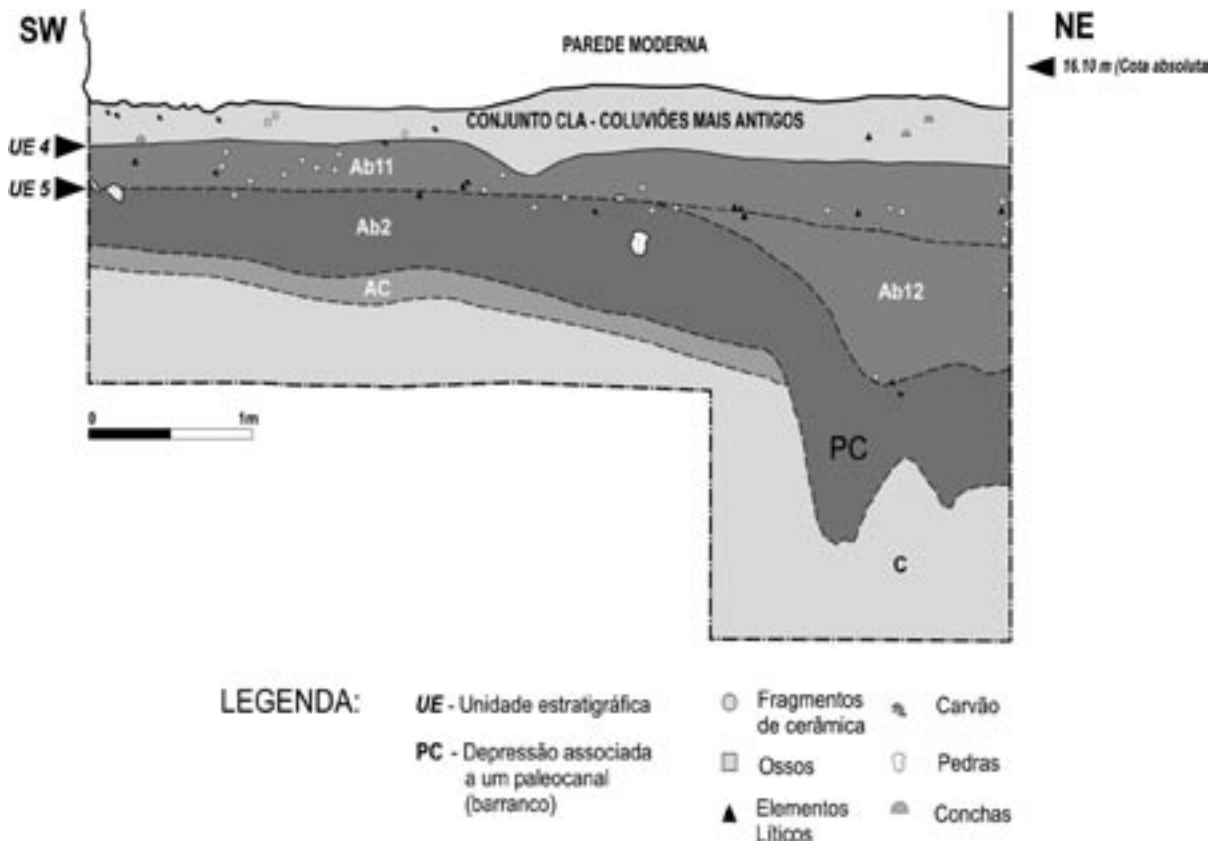


Fig. 7 Perfil na sondagem arqueológica, subsector IX, direcção SW/NE: quadrículas D-43 a D-48.



Fig. 8 Perfil na sondagem arqueológica, subsector IX, direcção SW/NE: quadrículas D-43 a D-48. Localização da amostragem. Legenda: 1 - amostra CLA #1; 2 - amostra ALPSA/Sup #1; 3 - amostra ALPSA/Inf #1; 4 - amostra ALPSA/C #1; 5 - amostra ALPSA/Inf #2; 6 - ALC #1.

mesma sondagem arqueológica, localizado entre as quadrículas B-43 e B-44, onde foi recolhida e analisada uma amostra do sub-horizonte C3.

Este conjunto resulta de uma evolução complexa, primeiro com o equilíbrio entre sedimentação e pedogénese e, depois, com marcado predomínio desta última, com duração relativamente longa, num contexto de tipo mediterrânico com contraste sazonal no regime de precipitações — regime xérico, com uma tendência para a aridificação (Angelucci et al., 2004).

4.3. Apresentação e discussão dos resultados obtidos

No âmbito do trabalho de estágio foi possível estudar 16 amostras de solos holocénicos e 3 amostras do substrato miocénico. O número de amostras é claramente insuficiente para uma abordagem de pormenor, mas permite sugerir algumas hipóteses.

Nos quadros e gráficos seguintes são apresentados os resultados obtidos nos trabalhos laboratoriais. As amostras são agrupadas segundo a sua proveniência: (1) do substrato geológico (“Arelas da Estefânia”, sigla AR); (2) - do conjunto AL; (3) - do conjunto CLA; (4) - do conjunto CLR; (5) - dos solos de apoio das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze (sigla EBs).

Os materiais do substrato miocénico e dos solos holocénicos apresentam cores variando entre os tons amarelos e pardos (Quadro II).

Quadro II. Cor: amostra húmida/amostra seca (Código <i>Munsell Soil Color Chart</i>)				
Amostra	Cor da amostra húmida		Cor da amostra seca	
	Referência	Designação	Referência	Designação
AR #1	2.5 Y 5/6	Pardo-oliváceo-claro	2.5 Y 6/6	Amarelo-oliváceo
AR #2	2.5 Y 5/4	Pardo-oliváceo-claro	2.5 Y 7/4	Amarelo-pálido
AR #3	2.5 Y 4/4	Pardo-oliváceo	2.5 Y 7/4	Amarelo-pálido
ALC Inf #1	2,5 Y 5/4	Pardo-oliváceo-claro	2,5 Y 7/4	Amarelo-pálido
ALC #1	10 YR 5/4	Pardo-amarelado	10 YR 5/4	Pardo-amarelado
ALPSA/C #1	10 YR 5/4	Pardo-amarelado	10 YR 5/4	Pardo-amarelado
ALPSA Inf #1	5 YR 3/2	Pardo-avermelhado-escuro	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro
ALPSA Inf #2	5 YR 3/2	Pardo-avermelhado-escuro	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro
ALPSA Sup #1	10 YR 4/3	Pardo-escuro	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro
CLA #1	10 YR 4/4	Pardo-amarelado-escuro	10 YR 5/4	Pardo-amarelado
CLR #1	10 YR 5/3	Pardo	10 YR 5/3	Pardo
CLR #2	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/3	Pardo
CLR #3	10 YR 5/3	Pardo	10 YR 5/3	Pardo
I EB #1s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/3	Pardo
II EB #1s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/3	Pardo
II EB #2s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/4	Pardo-amarelado
III EB #1s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/3	Pardo
III EB #2s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/4	Pardo-amarelado
III EB #3s	10 YR 4/3	Pardo a pardo-escuro	10 YR 5/3	Pardo

A análise textural (Quadro III e Fig. 9) permite verificar que existem, conjunto a conjunto, semelhanças nas composições texturais entre amostras.

Quadro III. Frequência relativa: classes dimensionais
(para fins de classificação pedológica: areia, 2-0,05mm, silte 0,05-0,002mm, argila >0,002mm). Classificação textural

<i>Amostra</i>	<i>% Areia</i>	<i>% Silte</i>	<i>% Argila</i>	<i>Classificação textural</i>
AR #1	62,71	33,42	3,87	Franco-arenosa
AR #2	80,87	17,3	1,83	Arenosa-franca
AR #3	85,06	13,61	1,33	Arenosa-franca
ALC Inf #1	25,07	68,54	6,39	Franco-limosa
ALC #1	25,51	64,91	9,58	Franco-limosa
ALPSA/C #1	36,47	56,92	6,61	Franco-limosa
ALPSA Inf #1	45,41	47,36	7,23	Franca
ALPSA Inf #2	45,75	48,59	5,66	Franco-arenosa
ALPSA Sup #1	47,87	43,11	9,02	Franca
CLA #1	44,77	48,54	6,69	Franco-arenosa
CLR #1	44,06	49,42	6,52	Franco-arenosa
CLR #2	53,57	40,15	6,28	Franco-arenosa
CLR #3	44,78	47,75	7,47	Franca
IEB #1s	52,14	41,99	5,87	Franco-arenosa
II EB #1s	48,12	45,78	6,1	Franco-arenosa
II EB #2s	47,56	43,86	8,58	Franca
III EB #1s	49,78	43,88	6,34	Franco-arenosa
III EB #2s	49,58	43,81	6,61	Franco-arenosa
III EB #3s	58,2	36,6	5,2	Franco-arenosa

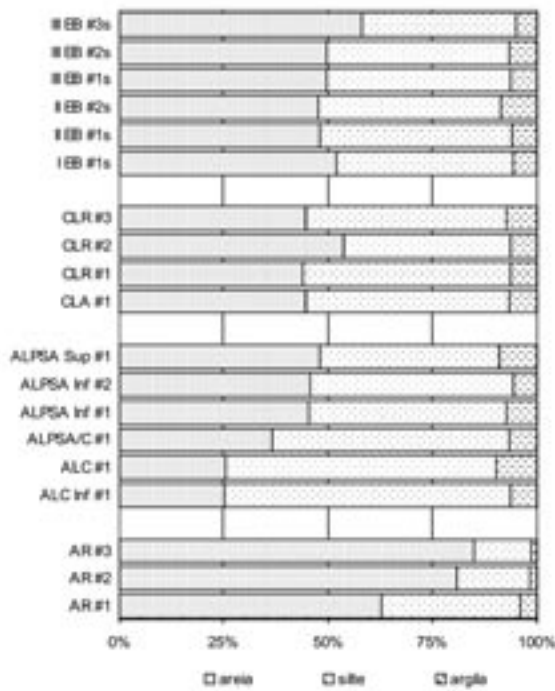


Fig. 9 Distribuição textural das amostras de solos.

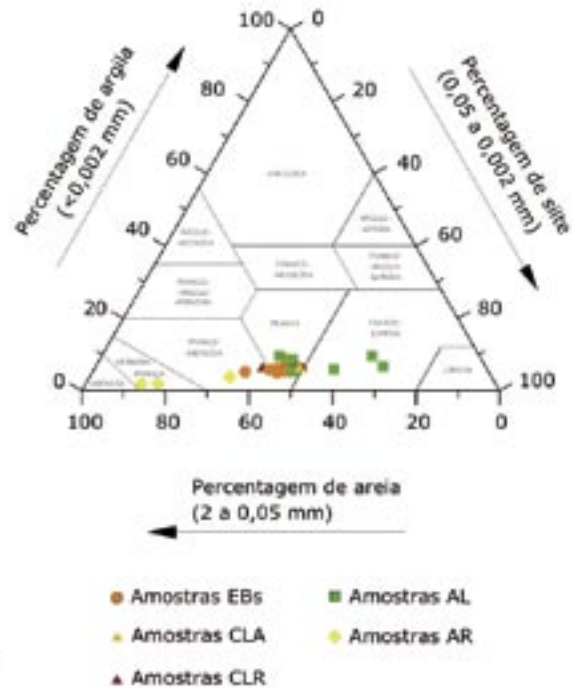


Fig. 10 Diagrama triangular de classificação textural dos solos (adaptado de USDA-NCRS; Soil Survey Staff, 2003).

As amostras do substrato miocénico, correspondentes às “Areolas da Estefânia” (AR), são as que apresentam proporções mais elevadas em partículas da dimensão das areias, enquanto as amostras do conjunto AL, de origem aluvionar, apresentam um enriquecimento em silte. As amostras dos conjuntos coluvionares (CLA e CLR) apresentam semelhanças texturais com as amostras do substrato miocénico, enriquecidas no geral em materiais mais grosseiros. Este fenómeno poderá estar relacionado com a origem sedimentar distinta dos conjuntos AL, CLA e CLR, na medida em que:

- Uma provável perda da capacidade da rede hidrográfica pode ter promovido episódios de deposição, na zona ocupada pela Ribeira de Arroios, na desembocadura com o Esteiro da Baixa, de partículas maioritariamente em suspensão, marcados pela presença de materiais mais finos, siltosos, e posterior libertação de carga arenosa, retida a montante, relacionada com a reactivação da rede hidrográfica;
- Os conjuntos de coluviões apresentam um acréscimo significativo da fracção arenosa em comparação com o conjunto AL, tornando-se mais semelhante ao registo geológico miocénico, rico em materiais arenosos. Esta composição deverá estar associada ao acarreio de sedimentos miocénicos da encosta por reactivação dos processos de erosão a montante. Os movimentos de vertente durante o Holocénico determinaram simultaneamente o acarreio de espólio arqueológico, que incorporou os novos sedimentos, contribuindo também para um aumento de partículas de dimensões superiores às areias.

Os solos relacionados com as estruturas arqueológicas da Idade do Bronze (EBs) apresentam algumas características próximas do conjunto CLA e também do conjunto AL, que terá ficado parcialmente exposto ao longo da vertente após a acumulação das coluviões.

A percentagem de carbonatos nas amostras é diversificada. As amostras do substrato miocénico apresentam valores muito díspares entre si, tal como as amostras dos solos de apoio das estruturas. (Quadro IV)

Quadro IV. Teor em carbonatos.		
Amostra	Carbonatos (%)	
	Amostra total	Fracção < 0,063 mm
AR #1	1,4	4,04
AR #2	5,03	21,76
AR #3	15,14	29,78
ALC Inf #1	6,62	4,80
ALC #1	1,81	3,11
ALPSA/C #1	1,59	2,86
ALPSA Inf #1	2,7	4,08
ALPSA Inf #2	2,66	4,27
ALPSA Sup #1	5,74	7,32
CLA #1	2,85	4,30
CLR #1	10,31	8,87
CLR #2	10,02	11,83
CLR #3	5,78	5,99
I EB #1s	14,17	15,89
II EB #1s	12,44	9,88
II EB #2s	8,3	8,32
III EB #1s	10,29	8,39
III EB #2s	7,34	8,61
III EB #3s	3,84	7,32

Nas amostras do conjunto AL, a percentagem de carbonatos é mais elevada na parte inferior do perfil do solo, decrescendo nos horizontes intermédios e voltando a crescer para o topo do perfil.

As amostras dos conjuntos coluvionares apresentam valores relativamente baixos no caso do conjunto CLA e mais elevados no conjunto CLR. As amostras EBs também possuem valores relativamente elevados (com exceção da amostra III EB #3s).

Quanto à mineralogia, determinada por difractometria de raios X, os principais constituintes têm uma distribuição uniforme. O quartzo apresenta-se como mineral mais abundante e a calcite como o mineral, no geral, menos representativo, seguindo os padrões do teor em carbonatos, determinados por calcimetria. O material de natureza carbonatada deverá, assim, ser maioritariamente constituído por carbonato de cálcio. Salienta-se, também, um acréscimo de filossilicatos no horizonte A do perfil do solo do conjunto AL.

Quadro V. Composição mineralógica da amostra total: análise ponderal aproximada dos principais constituintes, por difractometria de raios X. Valores expressos em percentagem.

<i>Amostra</i>	<i>Calcite</i>	<i>Filossilicatos</i>	<i>Feldspatos</i> <i>Ortoclase</i>	<i>Plagioclases</i>	<i>Quartzo</i>
AR #1	<i>Vestigial</i>	10	10	5	75
AR #2	5	5	10	10	70
AR #3	20	10	20	10	40
ALC <i>Inf</i> #1	10	20	5	5	60
ALC #1	5	25	10	10	50
ALPSA/C #1	5	20	20	10	45
ALPSA <i>Inf</i> #1	5	10	20	20	45
ALPSA <i>Inf</i> #2	5	25	10	10	50
ALPSA <i>Sup</i> #1	5	40	5	5	45
CLA #1	5	15	10	10	60
CLR #1	5	15	10	10	60
CLR #2	20	10	10	20	40
CLR #3	15	20	10	5	50
I EB #1s	20	15	5	15	45
II EB #1s	10	20	15	10	45
II EB #2s	15	20	10	5	50
III EB #1s	10	20	10	10	50
III EB #2s	10	15	10	20	45
III EB #3s	5	15	10	10	60

Quadro VI. Composição mineralógica da fracção argilosa (< 0,002 mm): análise ponderal aproximada dos minerais das argilas por difratometria de raios X; percentagem e variedade química dos minerais de Ilite [i.v.c.: índice de variação composicional: I(002)/I(001)].					
Amostra	Esmectite	Caulinite	Ilite	i.v.c.	Ilite - variedade química
AR #1	15	10	75	0,38	Ilite Aluminosa
AR #2	10	20	70	0,35	Ilite Aluminosa
AR #3	20	20	60	0,44	Ilite Aluminosa
ALC Inf #1	20	20	60	0,36	Ilite Aluminosa
ALC #1	15	30	55	0,47	Ilite Aluminosa
ALPSA/C #1	0	50	50	0,33	Ilite Aluminosa
ALPSA Inf #1	5	25	70	0,46	Ilite Aluminosa
ALPSA Inf #2	5	20	75	0,35	Ilite Aluminosa
ALPSA Sup #1	5	20	75	0,38	Ilite Aluminosa
CLA #1	5	20	75	0,42	Ilite Aluminosa
CLR #1	0	20	80	0,33	Ilite Aluminosa
CLR #2	5	15	80	0,39	Ilite Aluminosa
CLR #3	5	20	75	0,42	Ilite Aluminosa
I EB #1s	5	10	85	0,4	Ilite Aluminosa
II EB #1s	0	10	90	0,43	Ilite Aluminosa
II EB #2s	10	20	70	0,45	Ilite Aluminosa
III EB #1s	5	20	75	0,29	Ilite Ferromagnésiana
III EB #2s	5	20	75	0,41	Ilite Aluminosa
III EB #3s	10	20	70	0,33	Ilite Aluminosa

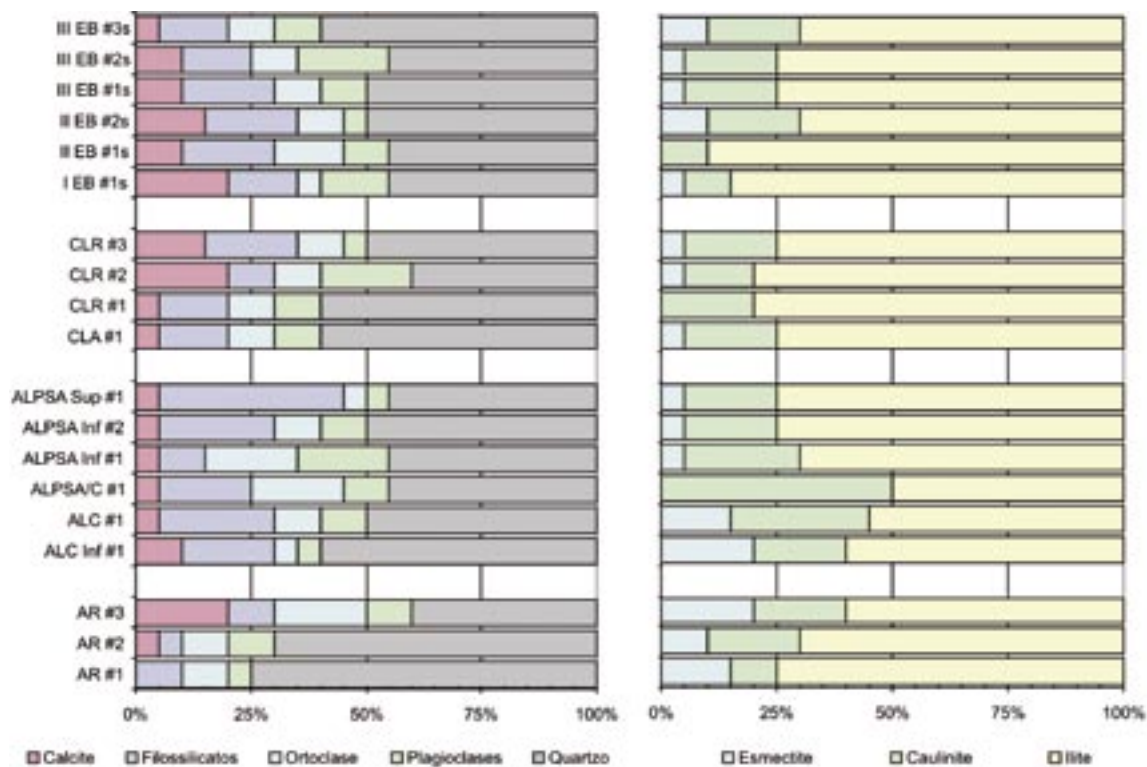


Fig. 11 Da esquerda para a direita: representação da relação percentual entre constituintes mineralógicos dos solos; composição mineralógica da fracção argilosa.

A análise morfoscópica permite afirmar que o quartzo tem fundamentalmente na sua origem, uma fonte comum, possuindo as mesmas características no que respeita ao grau de rolamento, variedade, brilho e estado da superfície, não ficando de parte a possibilidade de ter havido uma marcada influência fluvial no transporte.

Os minerais das argilas ocorrem em proporções relativamente baixas (inferiores a 10%), mantendo-se a ilite, maioritariamente na variedade aluminosa, como o mineral dominante. A amostra do horizonte de transição AC do conjunto AL apresenta um enriquecimento em caulinite. Poderá tratar-se de um mineral de neoformação, ao contrário da ilite, que deverá ser herdada e sucessivamente retomada. O enriquecimento em caulinite pode estar relacionado com um processo incipiente de rubefacção ou com um empardecimento resultante de alteração moderada.

No que respeita aos valores do pH (Quadro VII), matéria orgânica e carbonatos dos solos holocénicos, analisando em conjunto, verifica-se que:

- Apesar da aparente evidência de campo, os valores da matéria orgânica dos solos são relativamente baixos (máximo 0,52% em ALPSA Sup #1)
- Sendo os valores de pH influenciados pela matéria orgânica e pelos carbonatos é possível correlacioná-los (Fig.12), verificando-se que os carbonatos, com maior amplitude de valores, afectam mais o comportamento.

Quadro VII. Índice pH e teor em matéria orgânica.		
<i>Amostra</i>	<i>pH</i>	<i>Teor em Matéria Orgânica (%)</i>
AR #1	8,04	0,06
AR #2	8,07	0,05
AR #3	8,33	0,07
ALC Inf #1	7,71	0,07
ALC #1	7,63	0,11
ALPSA/C #1	7,63	0,17
ALPSA Inf #1	7,78	0,44
ALPSA Inf #2	7,81	0,51
ALPSA Sup #1	7,9	0,52
CLA #1	7,93	0,27
CLR #1	7,74	0,46
CLR #2	7,83	0,38
CLR #3	7,81	0,48
I EB #1s	7,89	0,27
II EB #1s	8,16	0,35
II EB #2s	7,85	0,39
III EB #1s	7,91	0,36
III EB #2s	7,85	0,28
III EB #3s	8,02	0,32

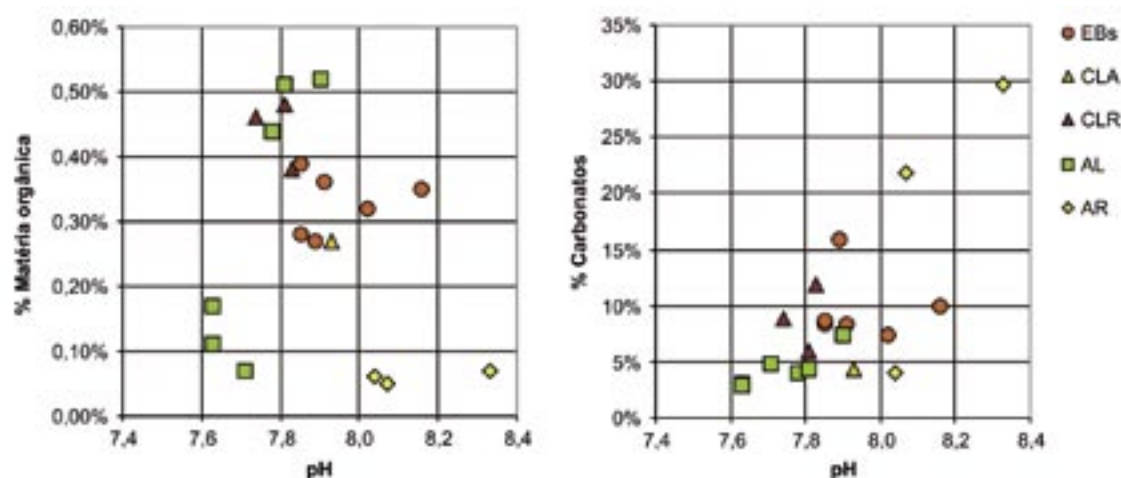


Fig. 12 Da esquerda para a direita: relação percentual entre pH vs teor em matéria orgânica; pH vs carbonatos da fracção < 0,063 mm.

Os resultados das análises químicas permitem, por um lado, correlacionar-se com os resultados da análise mineralógica e, por outro, apontar uma filiação possível para os sedimentos.

Em primeiro lugar, a elevada percentagem de sílica é devida à grande contribuição dos minerais silicatados, incluindo maioritariamente o quartzo, mas também os feldspatos e as micas. Em segundo lugar, a variação do óxido de cálcio (CaO – Fig. 13), deve estar relacionada com a variação da percentagem de carbonatos de cálcio.

Com a exceção do óxido de cálcio, a maioria dos elementos maiores apresenta um padrão semelhante em todas as amostras, que denuncia quimicamente uma origem comum dos sedimentos. Sabendo-se que o principal contributo litológico para os sedimentos aluvionares e coluvionares foram as formações miocénicas nas quais está afeiçoada a bacia de drenagem da Ribeira de Arroios, não é de estranhar que a filiação dos sedimentos seja a mesma.

Quadro VIII. Composição química: relação percentual em elementos maiores (P.R. - Perda ao Rubro)

Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	(P.R.)	Total
AR #1	77,84	1,16	9,48	3,44	0,01	0,48	0,55	1,18	1,85	3,62	99,61
AR #2	77,61	0,55	9	1,74	vestigial	0,34	2,26	1,2	2,31	4,55	99,56
AR #3	72,24	0,42	8,22	1,52	vestigial	0,35	5,89	1,12	2,21	7,93	99,9
ALC Inf#1	68,43	1,34	12,37	4,47	0,01	0,95	2,56	1,07	1,84	7,11	100,15
ALC #1	71,83	1,48	13,06	4,64	0,01	0,81	0,27	1,01	1,98	4,59	99,68
ALPSA/C #1	75,03	1,33	11,78	3,59	0,01	0,69	0,81	1,11	1,91	3,66	99,92
ALPSA Inf#1	75,57	1,33	10,88	2,94	0,02	0,47	0,93	1,1	1,82	4,74	99,8
ALPSA Inf#2	75,51	1,12	10,94	3,2	0,03	0,49	1,55	1,08	1,94	3,99	99,85
ALPSA Sup #1	73,98	0,95	9,87	3,14	0,02	0,57	2,09	1,14	2,02	5,71	99,49
CLA #1	75,21	1,18	10,89	3,34	0,02	0,6	1,03	1,03	2,03	4,37	99,7
CLR #1	70,41	0,89	10,49	3,65	0,02	0,72	3,37	1,1	2,04	7,43	100,12
CLR #2	69,36	0,85	9,74	2,98	0,01	0,61	7,41	0,9	1,72	6,67	100,25
CLR #3	72,16	1,06	10,69	3,42	0,01	0,63	2,73	0,93	1,74	6,14	99,51
I EB #1s	66,27	0,8	8,72	3,08	0,01	0,51	8,47	0,88	1,69	9,09	99,52
II EB #1s	71,22	1,08	9,88	3,03	0,02	0,61	4,44	0,97	1,88	6,58	99,71
II EB #2s	70,63	0,95	10,46	3,07	0,02	0,62	4,18	1,07	1,96	6,88	99,84
III EB #1s	72,19	1,06	10,19	3,29	0,02	0,55	3,17	1	2,02	6,15	99,64
III EB #2s	74,21	0,92	9,7	2,82	0,01	0,5	3,13	0,95	1,72	5,66	99,62
III EB #3s	76,97	0,97	9,71	2,76	0,01	0,44	1,7	0,95	1,89	4,29	99,6

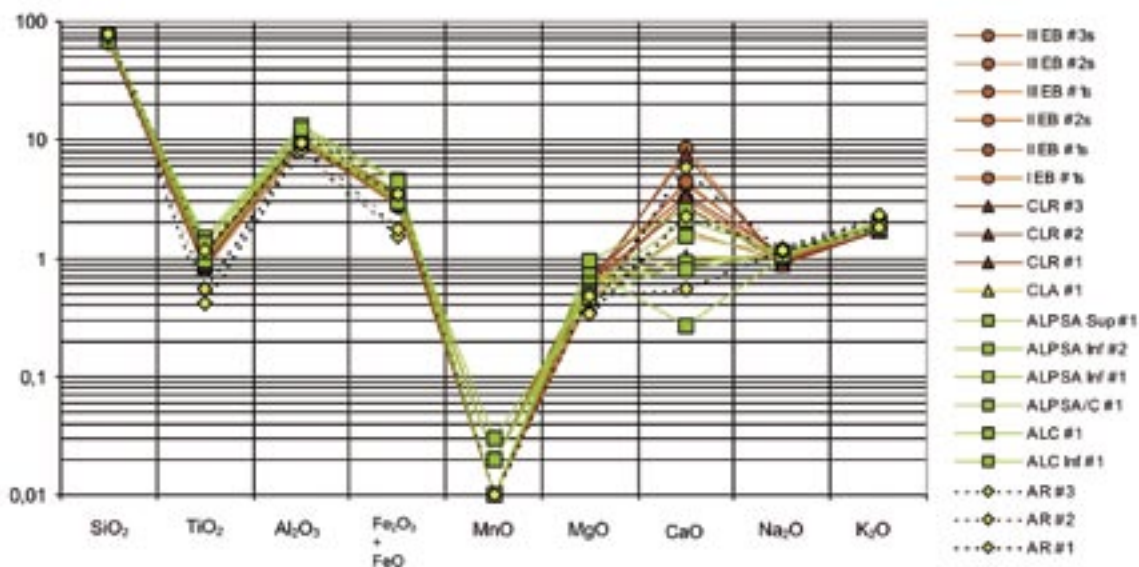


Fig. 13 Representação da distribuição dos elementos químicos dos solos

O conjunto AL é dotado do mais importante registo de evolução pedológica. Conjugando os dados da caracterização físico-química do solo, com os dados pedogenéticos permitiu-se classificar o paleossolo, articulado no perfil A - AC - C, como “*Xerofluvent*”, de acordo com a Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999), ou como “*Dystric Fluvisol*”, de acordo com a classificação FAO (FAO-UNESCO, 1988).

5. As estruturas arqueológicas da Idade do Bronze

5.1. Matéria-prima constituinte das estruturas

O estudo da matéria-prima constituinte das estruturas arqueológicas foi realizado exclusivamente para três estruturas da Idade do Bronze, de funcionalidade até à data desconhecida.

Do conjunto de várias estruturas descobertas, em relação estratigráfica directa com os níveis de ocupação daquela cronologia, foram levantadas dúvidas quanto à proveniência da matéria-prima utilizada, particularmente quanto ao material utilizado na agregação dos componentes grosseiros, que formavam a base dos elementos estruturais.

As estruturas possuíam formas curvilíneas a quase elípticas, estando distribuídas espacialmente pelo sector E. Para cada estrutura atribuiu-se uma designação, que serviu de referência para a recolha de amostras. Assim, a primeira estrutura, da qual se recolheu uma amostra, foi representada pela designação I EB, situando-se no subsector IV. A segunda estrutura, situada no subsector I, foi designada por II EB, tendo-se recolhido duas amostras. Na terceira estrutura, designada por III EB (Fig. 14), situada nos subsectores IV e V, foram colhidas três amostras.

Estando apoiadas no solo com registo de ocupação (Fig. 15) as estruturas foram interpretadas como prováveis resíduos de elementos estruturais. No caso das estruturas I EB e II EB, os registos foram ainda menores, uma vez que se descobriram preservados somente pequenos troços das estruturas.

Os materiais de maior calibre, constituídos por blocos heterométricos, foram identificados como calcarenitos e calcários conquíferos, provavelmente provenientes de formações geológicas

constituídas por materiais resistentes que aflorassem na área envolvente, como por exemplo a formação denominada “Calcários de Entrecampos (Banco Real)”, que aflora a montante da encosta. Para além deste material, observou-se a presença de materiais bioclásticos, como fragmentos de conchas e valvas de moluscos variados, e de material reutilizado, como são o caso de termoclastos com evidente rubefacção de origem antrópica e elementos cerâmicos.



Fig. 14 Estrutura arqueológica III EB.



Fig. 15 Estrutura III EB apoiada no solo. Vista em corte.



Fig. 16 Amostra III EB #2. Pormenor dos veios brancos de carbonatos, disseminados.

5.2. Apresentação e discussão dos resultados obtidos

A partir da análise textural, é possível afirmar que existe alguma homogeneidade nas proporções entre as várias fracções das amostras analisadas. A variação entre amostras, nos valores das fracções entre 4,75 mm e 0,106 mm, não parece estar relacionada com a selecção do material utilizado na construção das estruturas. Ainda que não se possa comprovar, tudo aponta para que não tivesse existido uma triagem intencional do material. Os resultados da granulometria da fracção inferior a 0,106 mm são semelhantes entre amostras, traduzindo percentagens elevadas de materiais da dimensão dos siltes e de areias muito finas e percentagens reduzidas em partículas da dimensão das argilas.

Quadro IX. Composição textural dos materiais constituintes das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze. Resultados expressos em percentagem.			
Amostra	> 4,75 mm	4,75 mm - 0,106 mm	< 0,106 mm
I EB #1	64,72	34,61	0,77
II EB #1	34,54	63,24	2,19
II EB #2	53,78	44,75	1,59
III EB #1	67,76	30,64	1,57
III EB #2	55,12	43,79	1,03
III EB #3	43,34	54,62	1,92

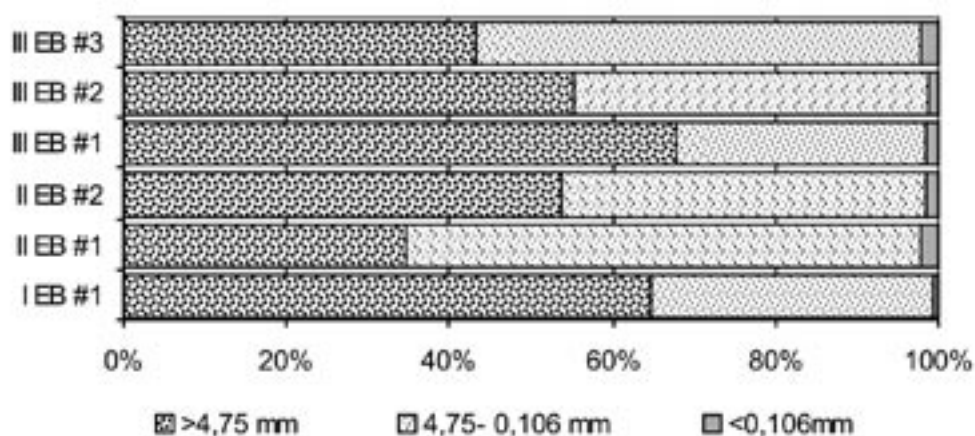


Fig. 17 Relação percentual granulométrica dos materiais constituintes das estruturas arqueológicas.

Quanto à mineralogia e particularmente à percentagem de carbonatos, os resultados obtidos são igualmente variáveis entre amostras, com valores médios da ordem dos 20%, mas no geral maiores que os valores registados nos solos, talvez devido às contribuições antrópicas. Os valores obtidos pela análise da difracção de raios X revelam que o quartzo é o principal constituinte mineralógico em todas as amostras e que a maior variação mineralógica ocorre ao nível dos filossilicatos e dos feldspatos.

Quadro X. Teor em carbonatos		
Amostra	Carbonatos (%)	
	amostra total	fracção < 0,106 mm
I EB #1	24,57	9,72
II EB #1	25,46	7,02
II EB #2	18,01	10,79
III EB #1	22,05	9,89
III EB #2	25,23	12,34
III EB #3	10,98	7,00

Quadro XI. Análise mineralógica da amostra total por Difractometria de raios X; percentagem aproximada dos principais constituintes dos materiais constituintes das estruturas arqueológicas					
Amostra	Calcite	Filossilicatos	Feldspatos		Quartzo
			Ortoclase	Plagioclases	
I EB #1	10	10	5	10	65
II EB #1	5	20	10	15	50
II EB #2	10	30	5	5	50
III EB #1	10	25	5	10	50
III EB #2	15	25	5	5	50
III EB #3	10	20	5	10	55

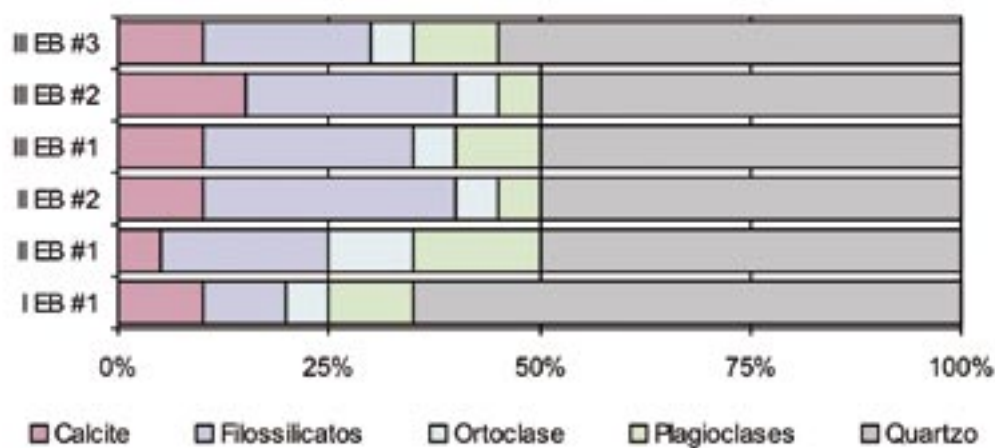


Fig. 18 Relação percentual entre constituintes mineralógicos das estruturas arqueológicas.

Quanto à morfoscopia, as observações apontam para uma variedade de materiais entre as duas fracções, > 4,75 mm e entre 0,106 e 4,75 mm, e, no geral, apresentam grandes semelhanças com os materiais dos solos.

No que respeita às análises químicas, é notória a extrema semelhança química entre amostras, variando apenas os valores do óxido de cálcio, relacionados com o conteúdo em carbonato de cálcio (ver *supra*).

Quadro XII. Relação percentual entre elementos maiores das estruturas arqueológicas (P.R. - Perda ao Rubro)											
Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	(P.R.)	Total
I EB #1	65,81	1,47	11,42	4,09	0,02	0,74	7,39	0,94	1,63	6,7	100,21
II EB #1	68,73	1,52	11,81	4,1	0,03	0,74	2,88	1,06	1,76	6,95	99,58
II EB #2	66,01	1,65	11,88	4,22	0,02	0,8	3,95	0,99	1,66	8,64	99,82
III EB #1	68,75	1,4	11,36	4,02	0,02	0,61	3,26	0,88	1,55	7,95	99,8
III EB #2	69,09	1,24	10,48	3,48	0,02	0,67	4,83	0,95	1,55	7,79	100,1
III EB #3	70,05	1,35	12,16	4,11	0,02	0,71	2,44	0,93	1,51	6,4	99,68

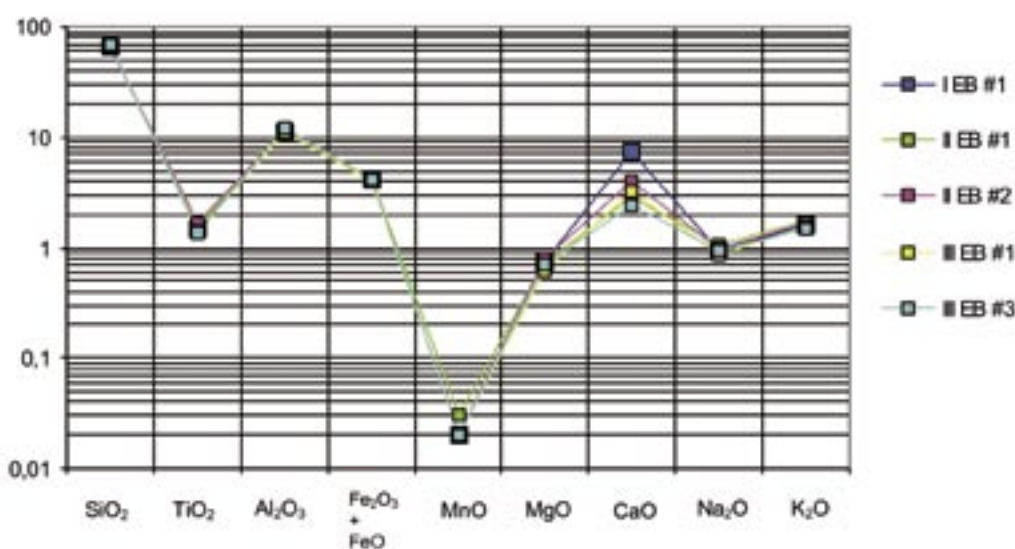


Fig. 19 Representação da distribuição dos elementos químicos das estruturas arqueológicas.

Os resultados da caracterização físico-química, simultaneamente com as observações macroscópicas, onde se incluem as observações de campo, permitem apontar algumas considerações no que diz respeito à composição e à proveniência da matéria-prima utilizada na construção das estruturas arqueológicas:

- A fracção considerada agregante, isto é, a fracção < 0,106 mm, por conter material coesivo, apresenta no total da amostra uma percentagem muito reduzida (inferior a 2% em praticamente todas as amostras). Esta fracção é constituída texturalmente por partículas maioritariamente da dimensão dos siltes e das areias finas, cabendo uma pequena parcela às partículas da dimensão das argilas. Comparando com os resultados texturais dos sedimentos de apoio das estruturas, observam-se semelhanças na distribuição nas classes dimensionais;
- A organização estrutural dos materiais, à excepção dos materiais de maior calibre (> 4,75 mm), obedece à organização estrutural dos solos onde se apoiam as estruturas (*vide* Fig. 15), o que leva a supor que não exista um material com verdadeiras características de ligante, argamassa ou mesmo cimento. Estes dados são reforçados pela observação morfoscópica, dado que os materiais se assemelham aos observados nas amostras dos solos da base das estruturas;
- Para que um determinado material seja considerado como ligante, deverá apresentar características coesivas, ou seja, uma percentagem significativa das fracções siltoosa e, sobretudo, argilosa, o que não acontece, uma vez que as percentagens de material < 0,106 mm são muito reduzidas em todas as amostras;

- As características dos materiais presentes, do ponto de vista mineralógico, são semelhantes às dos solos de apoio às estruturas, onde o quartzo é o mineral mais representativo;
- A selagem dos níveis de ocupação da Idade do Bronze, pelos materiais coluvionares, e a compactação decorrente dessa selagem, dos sucessivos episódios sedimentares de deposição e da intensa ocupação humana, levaram a uma redução da porosidade nos materiais das estruturas. O facto de se verificar uma grande consolidação das estruturas, pode estar relacionado com aquele processo, e não pelo facto do material agregante possuir elevadas características de resistência ou mesmo propriedades típicas de argamassas;
- Por último, os padrões químicos obtidos através das análises químicas, permitem afirmar que, não se registando variações, comparativamente com os padrões dos solos (*vide* Figs. 13 e 19), a proveniência mais provável do material de dimensões inferiores a 4,75 mm terá sido do sedimento envolvente. O enriquecimento em cálcio, comparativamente com os solos, deverá estar relacionado com o contributo em materiais carbonatados, tanto ao nível do material de maior calibre, constituído por rochas carbonatadas, como pela presença de bioclastos.

6. Considerações finais

Os resultados obtidos corroboram as investigações preliminares realizadas por Angelucci (2004), decorrentes da primeira campanha de escavações, no que toca à arquitectura estratigráfica, à génese dos sedimentos arqueológicos e à evolução pedo-sedimentar dos solos com registo de ocupação antrópica.

A evolução morfológica quaternária da Encosta de Sant'Ana está relacionada provavelmente com uma dinâmica sedimentar dependente das variações no nível de base da rede hidrográfica e da reactivação dos processos erosivos, que potenciaram a deposição de sedimentos com variações bem marcadas na textura. Terão ocorrido pulsações, ainda que incipientes, no grau de deposição levando a que antes da ocupação humana mais remota, os processos de sedimentação aluvionar não estivessem totalmente em declínio. Os processos pedogenéticos actuantes nos sedimentos aluvionares ocorreram antes e durante as primeiras fases de ocupação humana, evidenciando uma tendência para a biostasia, decorrente de uma quebra nos níveis de erosão a montante. No entanto, a presença de um horizonte de transição, revela uma evolução pedológica imatura, o que leva a supor que a fase de biostasia terá sido relativamente curta. Os resultados obtidos através de novas datações por radiocarbono realizadas aos ácidos húmicos do horizonte A e aos ecofactos neolíticos, indicam uma cronologia de formação do solo situada entre *ca.* 8,0 e 6,0 cal Ka BP, e as evidências pedológicas ajustam-se aos eventos IRD Holocénicos do Atlântico Norte e ao denominado “Óptimo Climático Holocénico” (Ravazzi, 2003).

O final da fase de biostasia é evidenciado com a deposição, no sopé da encosta, de depósitos coluvionares mais antigos que apresentam uma filiação próxima do substrato geológico da encosta, devendo por isso tratar-se de uma situação erosiva a montante da encosta, deixando selado um paleossolo com pedogénese incipiente desenvolvido nos sedimentos aluviais. Ainda que em percentagens inferiores a 1%, a incorporação de matéria orgânica foi crucial para a sua preservação, tendo sido o suporte da ocupação antrópica pré-histórica, ainda que de forma não homogénea e contínua ao longo da encosta, como demonstram as suas marcadas variações laterais. A acumulação sedimentar continuou desde o período romano, perturbada e controlada pela intensa actividade antrópica que remodelou grande parte da encosta, tornando hoje difícil uma reconstituição fiel da evolução morfológica.

Uma reconstituição da paleotopografia da Encosta poderia contribuir para uma melhor compreensão dos processos actuantes durante toda a sua evolução.

No que respeita ao estudo da matéria-prima constituinte das estruturas arqueológicas da Idade do Bronze, a abordagem metodológica encetada foi adaptada à questão colocada, carecendo porém, de um aprofundamento que pode requerer uma nova abordagem, ou o seu aperfeiçoamento (estudo das características mecânicas dos materiais, estudo petrográfico e/ou micromorfológico, etc.). Ainda assim, a metodologia utilizada, convergindo com as técnicas de rotina utilizadas para a caracterização pedológica e sedimentar dos solos, permitiu correlacionar dados entre temáticas diferentes e responder globalmente às questões colocadas.

As observações de campo suscitaram desde logo algumas questões a respeito dos materiais agregantes das estruturas arqueológicas. Nomeadamente, se se poderiam considerar como compostos com características ligantes. Os resultados da caracterização da matéria-prima, com a finalidade de responder a essa questão, permitem sugerir algumas conclusões:

- As estruturas sofreram um processo de compactação, actuado principalmente pela sucessiva deposição de sedimentos, reorganizando os materiais líticos de maior calibre e permitindo o preenchimento dos vazios com material mais fino, essencialmente granular e provavelmente proveniente dos sedimentos subjacentes, provocando uma organização estrutural próxima da *fabric* do sedimento que serviu de apoio às estruturas. Não fica, no entanto, de parte a possibilidade de uma porção desses materiais mais finos ter sido intencionalmente empregue na construção das mesmas;
- Não se verificou que os materiais agregantes possuíssem as características de um composto ligante. A percentagem em materiais granulares ou arenosos é muito superior à percentagem de materiais com características coesivas, como é o caso das argilas que em muito contribuem para essas características;
- As finas patinas e pequenos veios observadas na superfície das estruturas que levaram a supor, pelas características contrastantes de cor entre os materiais mais grosseiros e os materiais mais finos, que se tratasse de um composto ligante, eram constituídas por carbonatos de precipitação química decorrente da evaporação da água, que por acção da capilaridade transportou até à superfície das estruturas os compostos químicos dissolvidos (*vide* Fig. 16). Este processo foi despoletado devido, em primeiro lugar, à grande disponibilidade de materiais carbonatados e, em segundo, à exposição subaérea das estruturas arqueológicas após o processo de escavação.

Os estudos geoarqueológicos na Encosta de Sant'Ana permitiram enriquecer o conhecimento da evolução da encosta durante o Holocénico. Tendo como intenção a compreensão das características do relevo onde se instalou a cidade de Lisboa e a sua evolução em termos fisiográficos e de impacte antrópico, o crescente despertar para a multidisciplinaridade destaca a necessidade de criar o espaço devido para tais estudos. É este o papel da geoarqueologia, disciplina que tem como finalidade última esclarecer as inter-relações entre dinâmicas naturais e ocupação antrópica, a nível local e regional e sob uma perspectiva diacrónica.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a disponibilidade e o apoio incondicional que receberam de toda a equipa de escavação na Encosta de Sant'Ana, em particular ao Dr. Vasco Leitão, responsável pelo Sector E, e à Dr.^a Manuela Leitão, directora da escavação.

NOTAS

- * Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estágio profissionalizante da Licenciatura em Geologia Aplicada e do Ambiente, do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, realizado por Luís Almeida e orientado por Isabel Moitinho de Almeida. O trabalho foi realizado em colaboração com o Serviço de Arqueologia da Divisão de Museus e Palácios, da Câmara Municipal de Lisboa. ¹ Centro e Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa ² Instituto Português de Arqueologia

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. M. (1986) - *Carta geológica do concelho de Lisboa, na escala de 1:10 000 e notícia explicativa da carta geológica do concelho de Lisboa*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.
- ALMEIDA, I. M. (1994) - Lisboa antes do Homem. *Catálogo da Exposição "Lisboa Subterrânea"* [Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa Capital Europeia da Cultura '94]. Electa: Lisboa, p. 20-23.
- ALMEIDA, L. F. S. (2005) - *Abordagem geoarqueológica ao estudo do sector e no sítio da Encosta de Sant'Ana - Lisboa. Estágio curricular profissionalizante. Relatório final*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Departamento de Geologia.
- ANDRADE, C. (2001) - *Reconstituição do enchimento do esteiro da Baixa de Lisboa, estuário do Tejo. Relatório final, Praxis XXI, Projectos de investigação científica e desenvolvimento tecnológico - ciências da Terra e do espaço* [contrato PRAXIS/PCNA/C/CTE/9/96]. Lisboa: Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.
- ANGELUCCI, D. E. (2003) - A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia. In MATEUS, J.; MORENO-GARCÍA M., eds. - *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um programa multidisciplinar para a Arqueologia sob a tutela da cultura*, Lisboa: Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia; 29), p. 35-84.
- ANGELUCCI, D. E. (2004) - *Estudos de Geoarqueologia na Encosta de Sant'Ana, Lisboa*. Lisboa: Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos do CIPA; 62).
- ANGELUCCI, D. E.; COSTA, C.; MURALHA, J. (2004) - Ocupação neolítica e pedogénese médio-holocénica na Encosta de Sant'Ana (Lisboa): considerações geo-arqueológicas. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 7:2, p. 27-47.
- COSTA, J. B. da (2004) - *Características e constituintes do solo*. 7.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Serviço de Educação e Bolsas.
- COTTER, J. C. B. (1956) - O Miocénico marinho de Lisboa. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. Lisboa. 36, p. 7-170.
- DIAS, M. I. M. (1998) - *Caracterização mineralógica e tecnológica de argilas especiais de Bacias Terciárias Portuguesas*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Geologia Económica e do Ambiente. Lisboa, F.C.U.L. Departamento de Geologia. Centro de Geologia.
- FAO-UNESCO (1988) - *Soil Map of the World. Revised Legend*. Roma: FAO.
- GEOCONTROLE (2000) - *EPUL, Martim Moniz, Lotes 2 e 4 - Perfis geotécnicos interpretativos*. Relatório técnico.
- GOMES, C. F. (1986) - *Argilas. O que são e para que servem*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- LOPES, I. M. F. (2001) - *Avaliação das condições geológicas e geotécnicas para a caracterização do risco sísmico. Aplicação à colina do Castelo de S. Jorge*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, na especialidade de Geotecnia. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- MURALHA, J.; COSTA, C., eds. (2004) - *Encosta de Sant'Ana/2002 (Martim Moniz - Lisboa). Relatório da escavação arqueológica*. Texto policopiado, Lisboa.
- MURALHA, J.; COSTA, C.; CALADO, M. (2002) - Intervenções arqueológicas na Encosta de Sant'Ana (Martim Moniz, Lisboa). *Al-madan*. Almada. II série. 11, p. 245-246.
- RAVAZZI, C. (2003) - An overview of the Quaternary continental stratigraphic units based on biological and climatic events in Italy. *Il Quaternario*. Torino. 16 (Ibis), p. 11-18.
- REAL, F. (1984) - Acerca do interesse da Geologia para a Arqueologia. *Informação Arqueológica*. Lisboa. 4.
- REAL, F. (1988) - Geoarqueologia 2: os sedimentos na reconstituição do clima. *Arqueologia*. Porto. 18, p. 5-7.
- SILVA, A. V. (1948) - *A cerca fernandina de Lisboa*. Lisboa: Câmara Municipal.
- SOIL SURVEY STAFF (2003) - *Keys to Soil Taxonomy*. Washington, DC: USDA-NCRS.
- VEIGA, M. R.; AGUIAR, J.; SANTOS SILVA, A.; CARVALHO, F. (2001) - Methodologies for characterisation and repair of mortars of ancient buildings. In LOURENÇO, P. B.; ROCA, P., eds. - *Historical constructions*. Guimarães: Universidade do Minho, p. 353-362.
- ZBYSZEWSKI, G. (1963) - *Carta geológica dos arredores de Lisboa, na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 4*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.