

# Estudo mineralógico de argamassas antigas

## Argamassas romanas de Lisboa

O estudo das argamassas antigas é uma vertente da arqueometria e da geoarqueologia, representando um importante contributo nas intervenções de recuperação e restauro de monumentos e edifícios históricos.

O conhecimento das técnicas de construção dos diferentes períodos históricos é não só determinante no que toca à compreensão das formas adequadas de restauro, como é também essencial para a reconstituição histórica das estruturas sociais e métodos de organização e gestão de recursos geológicos envolvidos nas construções antigas.

Nas intervenções de conservação e/ou restauro de monumentos e edifícios históricos tem sido tradicionalmente dada maior atenção à degradação dos elementos estruturais (pedra, madeira e tijolo) que às argamassas, que podem sofrer

maiores efeitos da degradação. No Simpósio do ICCROM de 1981, realizado em Roma, sobre "Argamassas, Cimentos e Caldas usadas na Conservação de Monumentos Históricos", foram assinaladas as consequências indesejáveis, resultantes da falta de atenção dada às argamassas.

Como exemplo, refere-se o trabalho de Maravelaki-Kalaitzaki et al.<sup>(1)</sup> comparando o comportamento entre argamassas antigas e recentes em monumentos históricos de Creta. As argamassas antigas, de elevada qualidade e resistência, evidenciam carbonatação completa e comporta-

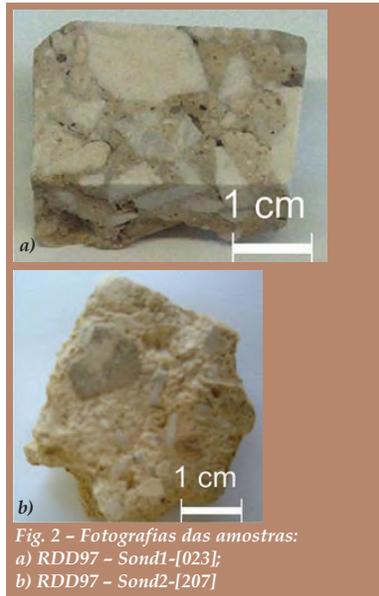


Fig. 1 - Localização da amostragem na actual malha urbana de Lisboa

mento satisfatório no ambiente húmido marinho da ilha. Já as arga-

| Amostra                                        | Localização                                                                           | Contexto geológico (substrato miocénico) | Contexto arqueológico                                                                                                                      | Estrutura arqueológica                                      |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| RDD97 - Sond1 - [023]<br>RDD97 - Sond2 - [207] | Rua dos Douradores                                                                    | "Argilas do Forno do Tijolo"             | Cetária do período romano. Fábrica de salga de peixe; séc. I ou III d. C.?                                                                 | Paramento de <i>Opus signinum</i>                           |
| LGA - parcela 54<br>LGA3                       | Largo das Alcaçarias                                                                  | "Areolas da Estefânea"                   | Tanque do período romano; séc. I a III d. C.? Funcionalidade desconhecida. Estrutura posteriormente englobada na construção de uma parede. | Paramento em <i>Opus signinum</i> de parte do muro          |
| PL(SOMM)                                       | Palácio dos Condes de Linhares/antiga casa <i>Sommer</i> .<br>Rua do Cais de Santarém | "Areolas da Estefânea"                   | Estrutura indefinida, possivelmente pavimento; período romano, encontrada num contexto do séc. V d. C.                                     | Paramento e parte interior do bloco de <i>Opus signinum</i> |
| CB#1<br>CB#2<br>CB#3<br>CB#4                   | Casa dos Bicos.<br>Rua dos Bacalhoeiros                                               | "Areias da Quinta do Bacalhau"           | Cetárias do período romano. Complexo de produção de <i>Garum</i> ; séc. I a III d. C.                                                      | Paramento de <i>Opus signinum</i>                           |

Quadro 1 - Enquadramento geoarqueológico das amostras estudadas



massas utilizadas nas actuais intervenções de restauro, devido ao elevado teor em sais, não satisfazem a desejável compatibilidade. O estudo das argamassas antigas é, assim, um aspecto importante na conservação dos monumentos.

A escolha dos materiais tem variado de acordo com o período histórico, hábitos sócio-culturais e materiais da região e com a função específica na estrutura.

As argamassas antigas são materiais compostos, compreendendo um ligante aéreo ou hidráulico e agregados que podem reagir com o ligante. Para o estudo completo das argamassas antigas é fundamental a sua caracterização mineralógica, sedimentológica e morfológica, tendo em conta que as argamassas sofrem alterações durante a construção, cimentação e envelhecimento.

O estudo das argamassas é actualmente realizado com o recurso a técnicas laboratoriais mais ou menos sofisticadas, exigindo laboratórios especializados e combinação de diversas técnicas, tradicionalmente utilizadas em geologia. Consideran-

do alguns trabalhos publicados recentemente<sup>(1-7)</sup>, é possível identificar um conjunto de técnicas adoptadas, incluindo Análise Granulométrica, Microscopia Óptica, Difractometria de raios X, Análise Química, Análise Termogravimétrica, Calcimétrie, Espectroscopia de Infravermelhos e Microscopia Electrónica de Varriemento, complementada por Micro-análise de raio X por Dispersão em Energias, etc..

No âmbito da Licenciatura em Geologia Aplicada e do Ambiente, do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa, foi desenvolvido no ano lectivo de 2003/04, com a colaboração do Serviço de Arqueologia da Divisão de Museus e Palácios da Câmara Municipal de Lisboa, o estudo de oito amostras de argamassas romanas, colhidas em diversas estruturas arqueológicas de Lisboa (fig. 1). A amostragem incidiu apenas num tipo de material (*opus signinum*) (Quadro I).

O protocolo de ensaios adoptado teve em conta o reduzido volume de material disponibilizado, dado tratar-se de materiais arqueológicos, que não se pretendia danificar.

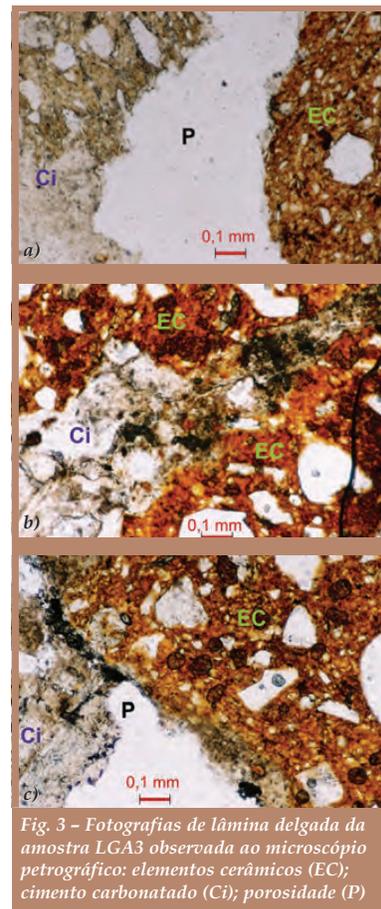
Sendo as argamassas de *opus signinum* constituídas por cal, agregados minerais e eventualmente tijolo moído, foi necessário separar as diversas fracções. Assim, depois de observadas e descritas (fig. 2), as amostras foram desagregadas e separada a fracção ligante (< 0,106 mm) das fracções de agregados: areia (0,106 mm a 2 mm) e grosseiros (> 2 mm).

Em amostra de mão (fig. 2) é possível verificar, numa abordagem prévia, que a fracção predominante, correspondente aos agregados de maiores dimensões (grosseiros > 2 mm), é constituída por partículas angulosas de materiais naturais (calcários compactos, geralmente fossilíferos, típicos dos terrenos miocénicos lo-

cais) e artificiais (fragmentos de elementos cerâmicos). A fracção areia é pouco importante. O ligante apresenta cores esbranquiçadas.

A observação à lupa dos agregados permitiu identificar ainda a presença, praticamente em todas as amostras, de fibras, de proveniência indeterminada, e de minerais pesados em pequena quantidade (fig. 3). Nas amostras referentes às estruturas da Casa dos Bicos (CB) foram ainda identificados minerais micáceos e fragmentos basálticos e de gesso.

A análise por difractometria de raios-X da fracção < 0,106mm traz a composição mineralógica pre-



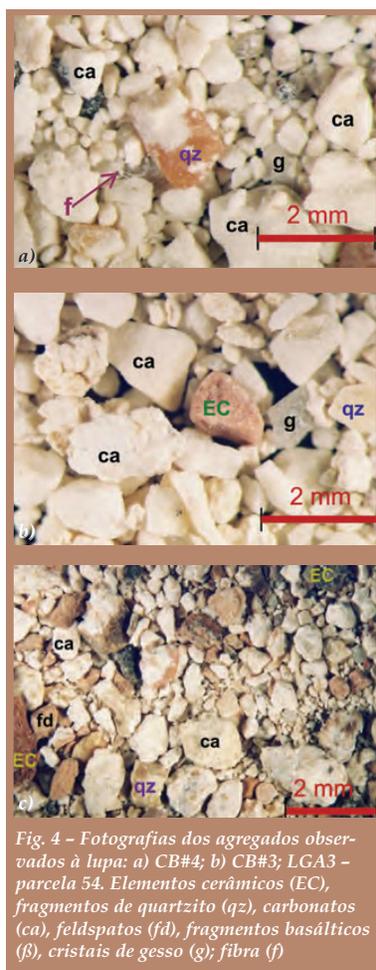


Fig. 4 - Fotografias dos agregados observados à lupa: a) CB#4; b) CB#3; LGA3 - parcela 54. Elementos cerâmicos (EC), fragmentos de quartzo (qz), carbonatos (ca), feldspatos (fd), fragmentos basálticos (β), cristais de gesso (g); fibra (f)

sente nas argamassas (carbonatos, filossilicatos, quartzo, feldspatos, etc.). A presença de calcite evidencia o processo de carbonatação, por reacção entre a cal e o dióxido de carbono presente na atmosfera. As amostras da Casa dos Bicos (CB) têm muito mais calcite que as restantes amostras, o que poderá representar maior quantidade de cal na constituição da argamassa. Já na amostra do Largo das Alcaçarias (LGA3) o quartzo é o elemento mais abundante.

A realização de lâminas delgadas torna-se difícil quando as amostras se desagregam, exigindo a impregnação dos provetes. Dadas as dimensões e características das amostras só foi possível realizar três lâminas. A observação por microscopia óptica de polarização permitiu verificar a composição mineralógica, a textura e o modo como se relaciona a argamassa com os agregados no que se refere à sua dimensão, forma, contacto e orientação.

Das três lâminas observadas (fig. 4), correspondentes às amostras da Rua dos Douradores e do Largo das Alcaçarias, foi possível verificar que nos agregados as areias (0,106 mm a 2 mm) são claramente menos abundantes (<20 %) e que os grosseiros (> 2 mm), têm em geral forma sub-rolada, má calibração, contactos fluantes e não existe orientação preferencial.

O conjunto de ensaios realizados permitiu, numa abordagem preliminar, um melhor enquadramento das características das argamassas utilizadas nas estruturas amostradas. A análise dos dados disponíveis não contradiz as indicações e as teses já formuladas pela arqueologia quanto à funcionalidade das estruturas (Quadro I).

As características dos agregados naturais são semelhantes às dos materiais geológicos do substrato miocénico, indicando o recurso a matérias-primas locais.

As amostras das estruturas do Largo das Alcaçarias (LGA) e da Rua dos Douradores (RDD) são relativamente semelhantes, no que toca à textura e granularidade o que significa que devem ter sido utilizadas com fins semelhantes. Partindo do princípio que as estruturas da Rua dos Douradores serviam como tanques para fins industriais piscícolas, podemos apontar como hipótese

uma função semelhante para as estruturas do Largo das Alcaçarias.

A amostra referente à estrutura do Palácio dos Condes de Linhares (PL/SOMM) é caracterizada essencialmente por uma granularidade bastante menos calibrada e de maior abundância de grosseiros, o que pode ser um indicador de que na elaboração da argamassa se procurou uma maior resistência ao desgaste acentuado, o que se coaduna com a indicação arqueológica sobre a sua função de pavimento.

#### BIBLIOGRAFIA

- <sup>(1)</sup> Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A. & Moropoulou, A. (2003) - Physico-chemical study of Cretan ancient mortars, *Cement and Concrete Research* 33, 651-661.
- <sup>(2)</sup> Silva, A. S. & Reis, M.O.B. (2003) - Caracterização de argamassas antigas, LNEC, Comunicação.
- <sup>(3)</sup> Benedetti, D., Valetti, S., Bontempi, E., Piccioli, C. & Depero, L.E. (2004) - Study of ancient mortars from the Roman Villa of Polio Felice in Sorrento (Naples), *Applied Physics A* 79, 341-345.
- <sup>(4)</sup> Bruno, P., Calabrese, D., Di Pierro, M., Genga, A., Laganara, C., Manigrassi, D.A.P., Traini, A. & Ubriaco, P. (2004) - Chemical-physical and mineralogical investigation on ancient mortars from the archaeological site of Monte Sannace (Bari-Southern Italy), *Thermochemica Acta* 418, 131-141.
- <sup>(5)</sup> Moropoulou, A., Bakolas, A. & Aggelakopoulou, E. (2004) - Evaluation of pozzolanic activity of natural and artificial pozzolans by thermal analysis, *Thermochemica Acta* 420, 135-140.
- <sup>(6)</sup> Bultrini, G., Fragala, I., Ingo, G.M. & Lanza, G. (2006) - Mineralogical, thermal and microchemical investigation of historical mortars used in Catania (Sicily) during the XVII century A.D., *Applied Physics A* 83, 529-536.
- <sup>(7)</sup> Marques, S.F., Ribeiro, R.A., Silva, L.M., Ferreira, V.M. & Labrincha, J.A. (2006) - Study of rehabilitation mortars: Construction of a knowledge correlation matrix, *Cement and Concrete Research* 36, 1894-1902.

#### NOTA

Agradece-se a colaboração do arqueólogo, Dr. Rodrigo Banha da Silva.

ISABEL MOITINHO DE ALMEIDA,  
Geóloga, Professora da Faculdade de  
Ciências da Universidade de Lisboa

LUÍS FILIPE ALMEIDA,  
Geólogo