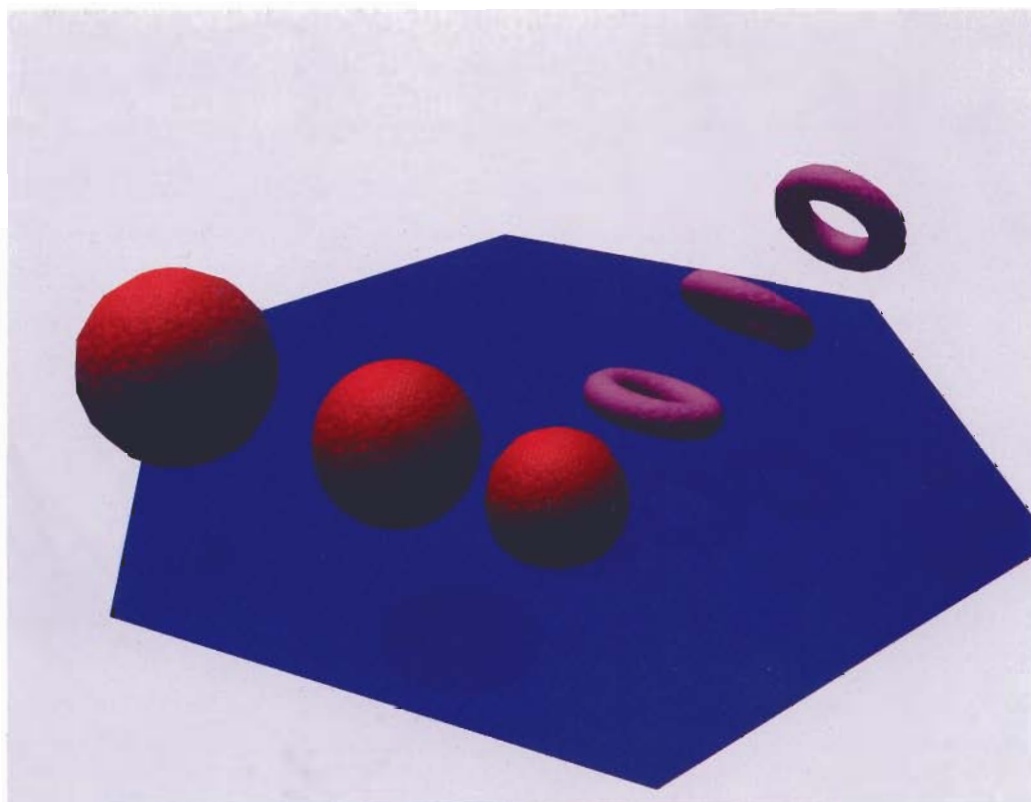




SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

# 7<sup>o</sup> ENCONTRO DA DIVISÃO DE CATÁLISE E MATERIAIS POROSOS

LISBOA, 13-14 DE MAIO DE 2005



— DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA —

— INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO —

## CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS ANTIGAS

ESTUDO DE ALGUNS EXEMPLARES DA IGREJA DE S. GIÃO (NAZARE)

M.L. MATIAS<sup>1,2</sup>, A.P. CARVALHO<sup>1</sup>, J. PIRES<sup>1</sup>, A.J. CRUZ<sup>1,3</sup>, M. RAMALHO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química e Bioquímica, e CQB, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande Ed. C8, 1749-016 Lisboa, Portugal

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Av. Conselheiro Emídio Navarro, 1949-014 Lisboa, Portugal

<sup>3</sup> Departamento de Arte, Arqueologia e Restauro, Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal

<sup>4</sup> Departamento de Estudos, IPPAR, Palácio Nacional da Ajuda, Largo da Ajuda, 1349-021 Lisboa, Portugal

### RESUMO

Nesta comunicação apresentam-se os resultados da primeira abordagem ao estudo de caracterização das argamassas antigas da Igreja de S. Gião (Nazaré). Estudaram-se duas amostras que, de acordo com os estudos arqueológicos, se supõe corresponderem a argamassas de épocas de construção diferentes. Os resultados obtidos através da análise química, difracção de raios X de pós, decomposição térmica, análise granulométrica das areias e adsorção de N<sub>2</sub> a -196 °C, sugerem que as areias usadas em cada uma das argamassas tiveram uma mesma proveniência e, por outro lado, mostram a existência de algumas diferenças ao nível da formulação das argamassas.

### 1. INTRODUÇÃO

A Igreja de S. Gião, na Nazaré, é um dos mais preciosos exemplares da arquitectura pré-românica em Portugal. Tendo sido alvo de várias alterações ao longo dos séculos, admite-se que possa ter tido início num templo visigótico do séc. VII [1]. Presentemente alvo de estudo e intervenção por parte do IPPAR, um dos problemas com que se depara a equipa envolvida é o da identificação das diversas fases de construção do edifício.

As argamassas antigas eram essencialmente constituídas por areia e cal (ligante) na proporção aproximada de 3:1, podendo conter outros aditivos como, por exemplo, produtos cerâmicos moídos, terras vulcânicas ou terras de diatomáceas [2]. Os estudos de caracterização dessas argamassas, nomeadamente os mais recentes [3-8], têm mostrado que a sua composição química e estrutural é muito variável e depende de diversos factores, de diferente natureza, que vão da origem geográfica da matéria-prima às condições ambientais a que estiveram expostas, passando pela função no edifício, as tecnologias empregues ou a sua idade. Neste sentido, a caracterização detalhada das argamassas utilizadas nos vários elementos de um edifício pode contribuir para o esclarecimento da história arquitectónica do monumento. Por outro lado, o conhecimento da formulação das argamassas permite uma escolha mais criteriosa dos materiais a utilizar nas intervenções de conservação e restauro, nomeadamente das argamassas a usar nas operações de consolidação e de preenchimento de lacunas [8-9].

Nesta comunicação apresentam-se os primeiros resultados da caracterização analítica, mineralógica e textural de duas argamassas, que se supõe corresponderem a diferentes fases de construção da Igreja de S. Gião. Este estudo pretende contribuir para o esclarecimento da história arquitectónica da igreja e para uma informada escolha dos materiais a usar na intervenção de conservação.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Amostras

As amostras estudadas fazem parte de um conjunto mais alargado de exemplares recolhidos pela equipa de arqueólogos do IPPAR, responsável pelo estudo da história arquitectónica do edifício. As duas argamassas seleccionadas têm localizações distintas e supõe-se que correspondem a diferentes fases de construção: amostra A – reboco amarelado de grão fino coberto por um barramento, proveniente, muito provavelmente, do edifício original; amostra P – argamassa de entaipamento usada mais recentemente numa alteração do edifício.

### 2.2 Técnicas de caracterização

As amostras foram inicialmente observadas com uma lente binocular Hund Wetzlar tal e qual como foram recebidas.

A composição simplificada das argamassas foi determinada usando um procedimento baseado no protocolo descrito na literatura [10]. As amostras, apenas desagregadas com um martelo de borracha, foram previamente secas a 105°C e sujeitas a ataque com HCl, 3M, sob agitação mecânica e à temperatura ambiente. A fracção insolúvel (constituída maioritariamente por areias) foi separada por decantação, lavada e finalmente seca até peso constante. O teor em carbonatos foi estimado por diferença.

A análise granulométrica das areias obtidas após o ataque ácido realizou-se por fraccionamento numa série de peneiros (300, 500, 710 e 1000 µm).

Para as restantes análises as amostras desagregadas foram moídas num almofariz de ágata até que todas as partículas apresentassem dimensões suficientes para passarem num peneiro de 149 µm.

A caracterização mineralógica foi realizada por difracção de raios X tendo sido os difractogramas de pós obtidos num difractómetro Philips PX 1820 usando a radiação  $K_{\alpha}$  do cobre. Obtiveram-se difractogramas da amostra total, bem como da fracção fina (fracção da amostra total que passa no peneiro de 63 µm) e das areias separadas pelo ataque ácido.

O estudo da decomposição térmica das argamassas efectuou-se por calcinação num forno tubular com controlador de temperatura Eurotherm 2416, usando um fluxo de azoto e uma velocidade de aquecimento de 10°C min<sup>-1</sup>. Sujeitaram-se as amostras a três patamares de temperatura (200, 600 e 900°C) com a duração de 30 min, findos os quais as amostras foram retiradas do forno, arrefecidas até à temperatura ambiente e pesadas numa balança semimicroanalítica Mettler H54.

As isotérmicas de adsorção de azoto a -196°C foram obtidas numa instalação automática ASAP 2010, sendo as amostras previamente desgaseificadas a 300°C durante 2 horas sob vácuo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A observação das amostras pela lente binocular permitiu verificar que em ambos os casos há uma dispersão bastante homogénea das areias e do ligante. O manuseamento das amostras, porém, permitiu constatar que a amostra A tem uma maior resistência mecânica do que a amostra P, que se desagrega muito facilmente. Em termos de composição simplificada, os resultados obtidos mostram alguma diferença entre as duas argamassas, pois o teor em areia é de cerca de 80 e 90 % para as amostras A e a P, respectivamente. Esta última, que se supõe corresponder a uma argamassa mais recente, tem pois uma fracção de areia um pouco maior do que é habitual [3,8]. Esta diferença na formulação das duas argamassas, está de acordo com a menor resistência mecânica apresentada pela argamassa P. A distribuição

granulométrica das areias, que se apresenta na Fig. 1, não demonstra qualquer diferença significativa entre as argamassas, o que sugere uma mesma proveniência para a areia usada nos dois casos.

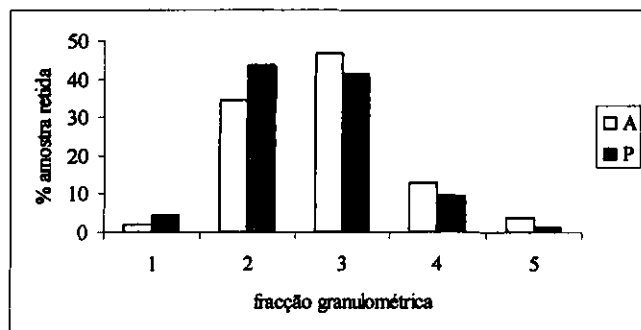


Fig. 1. Distribuição granulométrica das areias:  
 1 - < 300 µm  
 2 - entre 300 e 500 µm  
 3 - entre 500 e 710 µm  
 4 - entre 710 e 1000 µm  
 5 - >1000 µm

A análise dos difractogramas das amostras totais mostra que o componente maioritário é o quartzo, em qualquer dos casos. Como era previsível observam-se igualmente as riscas de difracção da calcite. A amostra P tem um fracção considerável de feldspatos.

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados do estudo da decomposição térmica dos materiais. Os valores obtidos estão em consonância com a formulação estimada por ataque ácido, verificando-se que a amostra com menor teor de areia (amostra A) é a que, por esta técnica, apresenta maior perda de massa devido a reacções de descarbonatação e, conseqüentemente, será a que apresenta maior teor em ligante ( $\text{CaCO}_3$ ). É ainda de referir que a percentagem de perda de massa devida a reacções de desidroxilação é inferior a 3%, tal como é habitual nas argamassas de cal [3].

Tabela 1 - Valores de perda de massa (em %) das amostras.

Amostra	Perda de massa %		
	20 - 200°C <i>perda de água higroscópica e de cristalização</i>	200 - 600°C <i>reacções de desidroxilação</i>	600 - 900°C <i>reacções de descarbonatação</i>
A	0,50	2,45	9,40
P	0,17	0,73	3,76

As isotérmicas da Fig. 2 reflectem, numa primeira análise, a adsorção em materiais essencialmente não porosos, o que é aliás confirmado pelas baixas áreas específicas ( $A_{\text{BET}}$ ) obtidas; 2,4 e 1,6  $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$  para as argamassas A e P, respectivamente. No entanto, verifica-se também uma muito ligeira histerese entre os ramos de adsorção e desadsorção, aspecto que é usualmente atribuído ao desenvolvimento de mesoporosidade. O facto de esta histerese ser muito pouco pronunciada e semelhante em ambas as amostras, em princípio, leva a supor que possa advir da adsorção no espaço inter-partículas, mas o facto de ambas as argamassas terem sofrido semelhantes tratamentos de peneiração não permite dar grande relevância a esta explicação.

As diferenças devidas à composição e/ou estado de deterioração das argamassas estudadas parecem assim reflectir-se essencialmente ao nível da área específica ( $A_{\text{BET}}$ ).

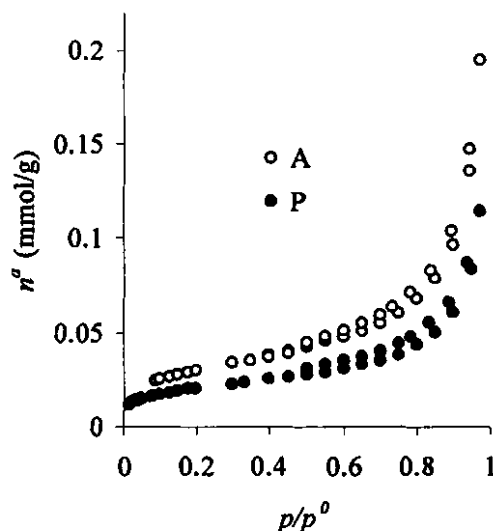


Fig. 2. Isotérmicas de adsorção-desadsorção de  $N_2$  a  $-196\text{ }^\circ\text{C}$  nas argamassas indicadas.

#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS

Os resultados das diversas técnicas de caracterização empregues nesta primeira abordagem no sentido da caracterização das argamassas da Igreja de S. Gião sugerem que as areias usadas nas duas amostras estudadas deverá ter tido a mesma proveniência, e, por outro lado, dão conta de diferenças de composição. Espera-se que o significado destas semelhanças e destas diferenças venha a ser esclarecido na continuação deste estudo. Com efeito, prevê-se complementar a caracterização destas duas argamassas recorrendo a técnicas usualmente empregues neste tipo de estudos, como seja a microscopia electrónica de varrimento, e por outro lado, estender as análises a um número alargado de amostras.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, "Inventário do Património Arquitectónico. Igreja de São Gião", 2004  
[http://www.monumentos.pt/scripts/zope.cgi/ipa/pages/ficha\\_ipa?nipa=1011010010](http://www.monumentos.pt/scripts/zope.cgi/ipa/pages/ficha_ipa?nipa=1011010010).
- [2] M. O. Reis, A. S. Silva, "Caracterização Química e Microestrutural de Argamassas Antigas", in 2º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, LNEC, 1994
- [3] A. Moropoulou, A. Bakolas, K. Bisbikou, J. Cult. Herit. 1 (2000) 45
- [4] C. Genestar, C. Pons, J. Cult. Herit. 4 (2003) 291.
- [5] D. Benedetti, S. Valetti, E. Bontempi, C. Piccioli, L.E Depero, Appl. Phys. A 79 (2004) 341.
- [6] A. Farci, D. Floris, P. Meloni, J. Cult. Herit, 6 (2005) 55.
- [7] I.A. Meir, C. Freidin, I. Gilead, J. Archaeol. Science 32 (2005) 767
- [8] A. S. Silva, A. E. Candeias, A. C. Pais, P. M. Nogueira, Conservar Património, 1 (2005) 21.
- [9] K. Elert, C. Rodriguez-Navarro, E. Sebastian Pardo, E. Hansen, O. Cazalla, Studies Conserv., 47 (2002), 62.
- [10] A. Jedrzejewska, Studies Conserv., 5 (1960) 132.