

Caracterização de Argamassas do Conjunto Monumental do Castelo de Viana do Alentejo

Characterisation of mortars from the monumental complex of Viana do Alentejo Castle

António Santos Silva

Laboratório Nacional de Engenharia Civil
ssilva@lnec.pt

António Estêvão Candeias

Universidade de Évora, Centro de Química de Évora
candeias@uevora.pt

Ana Cristina Pais

Instituto Português do Património Arquitectónico
acpais@ippar.pt

Pedro Miguel Nogueira

Universidade de Évora, Departamento de Geociências
pmn@uevora.pt

Resumo

No âmbito de uma colaboração entre o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a Universidade de Évora e o Instituto Português do Património Arquitectónico, estudaram-se algumas argamassas do conjunto monumental do Castelo de Viana do Alentejo, com vista a servir de suporte técnico e científico nos trabalhos de conservação/recuperação em curso no monumento.

Este estudo consistiu na caracterização microquímica e minero-petrográfica das argamassas recolhidas na Igreja da Misericórdia e na Igreja Matriz recorrendo às técnicas de difracção de raios X (XRD), análise termogravimétrica e térmica diferencial (TG-DTA), microscopia electrónica de varrimento acoplada a espectroscopia de raios X dispersiva de energia (SEM-EDS) e microscopia óptica.

Os resultados permitiram verificar que as argamassas antigas existentes são de cal aérea e que na sua formulação foram utilizados dois tipos de agregados distintos. Por um lado, agregados de composição muito uniforme, idêntica à dos granodioritos da região e compostos essencialmente por feldspatos, quartzo e biotite e, por outro, agregados de composição heterogénea compostos por minerais de origem magmática (quartzo e feldspato) e rochas metamórficas (xistos e calcário), provavelmente provenientes de areia de rio. Não se detectou a existência de pozolanas. Pela análise dos resultados foi possível reconstituir o traço actual das argamassas existentes.

Palavras-chave

Argamassas antigas; Difracção de raios X; Análise térmica; Microscopia electrónica de varrimento; Microscopia óptica.

Abstract

This study is the result of a joint collaboration between the Laboratório Nacional de Engenharia Civil, the University of Evora and the Instituto Português do Património Arquitectónico aiming the establishment of an integrated conservation methodology and the proposal of adequate conservation strategies.

Ancient mortars from the Igreja da Misericórdia and Igreja Matriz of Viana do Alentejo (Alentejo, Portugal) have been studied by means of chemical analysis, X-ray diffraction (XRD), simultaneous thermogravimetric and differential thermal analysis (TG-DTA), scanning electron microscopy (SEM) equipped with an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) and optical microscopy.

This study showed that the mortars are made of lime and that two types of aggregates were used: sand with a homogeneous composition identical to that from the regional granodiorites and a heterogeneous sand composed of both magmatic and metamorphic rocks, possibly from local fluvial sediments. No pozzolanic materials were identified. The actual chemical and minero-petrographic composition of the mortars was determined.

Keywords

Ancient mortars; X-ray diffraction; Thermal analysis; Scanning electron microscopy; Optical microscopy.

Introdução

O Castelo de Viana do Alentejo será, segundo a tradição historiográfica, obra do início do século XIV, em reinado de D. Dinis. Com efeito há notícia, a partir de uma carta de D. Afonso V, solicitando o treslado da carta original de D. Dinis de 1313, de que o monarca contribuiria para a edificação de “cerca de muro em que seia a villa de quatrocentas braças em o qual lugar que lhes El Rey mandar e colham demtro a fonte grande de que se agora serve a vila e o muro deve ser de huma braça em amcho e em alto poder atanger um cavaleiro em cima de um cavalo(...) [E terão] de fazer tres portas (...) e fazer em cada porta dous cubelos boons huumda huma parte da porta e outro da outra. E o ditop Senhor El rey por esto da lhe loguo em ajuda mil libras(...)” [1].

Contudo, o Castelo que hoje temos em Viana do Alentejo não corresponde a esta intenção régia, nomeadamente nas 400 braças (uma braça equivale no sistema métrico a cerca de 8,80m) que deveriam ter os muros, nem na obrigação de incluir nesta cerca a “fonte grande de que agora se serve a vila”, e as investigações mais recentes inclinam-se para a probabilidade da cerca Dionisina não ter chegado a ser construída, podendo o Castelo de Viana ser uma obra dos finais do século XV ou inícios do século XVI [2].

O actual edifício (Fig. 1), de traça pentagonal é dotado de cinco torres cilíndricas, duas portas públicas, sendo as muralhas construídas em alvenaria de *opus incertum*.



Fig. 1 Vista geral do conjunto monumental do Castelo de Viana do Alentejo.

No espaço intra-muros, na ala sul do Castelo, datando do primeiro quartel do século XVI, ergueu-se a nova Igreja matriz, edifício manuelino, com nítidas influências mudéjares. Classificada como monumento nacional pelo Decreto de 16.06.1910 (tal como o Castelo), é avaliada como um dos mais preciosos exemplos do estilo manuelino do sul do país. É uma obra atribuída a Diogo de Arruda, que em 1521 era nomeado mestre das obras da Comarca do Alentejo e desde 1519 se encontrava em Évora dirigindo as obras do Castelo Novo. Esta Igreja tem paralelos com a da Madalena de Olivença e com a antiga Sé de Elvas, revelando, como elas, grande cuidado e qualidade de execução.



Fig. 2 Vista parcial do interior da Igreja da Misericórdia.

A Igreja da Misericórdia (Fig. 2), localizada na ala norte do Castelo, encontra-se actualmente desafectada e, tal como a Igreja Matriz, é obra manuelina, atribuível à esfera de Diogo de Arruda, no primeiro quartel do século XVI. O Portal, fronteiro aos antigos Paços do Concelho, é lavrado em calcário da região e constituído por arcatura polilobada, decorado por óvulos, cordas e nós, rematado por alcaçofras estilizadas, bem ao gosto dos Arrudas. A Igreja é de planta rectangular e cobertura de abóbada nervurada. Destaca-se ainda o revestimento azulejar das paredes em padrão de tapete, policromo, datável da 2ª metade do século XVII. O revestimento a azulejo continua pela capela-mor, onde ressalta a bela abóbada polinervada, guarnecida por bocetes cilíndricos, fitomórficos, representativos do exotismo da arte portuguesa do final do Gótico.

No pátio do Castelo, subsiste ainda o cruzeiro manuelino. O espaço que medeia entre a Igreja Matriz e

as dependências dos antigos Paços do Concelho foi utilizado como cemitério até 1871.

O Castelo de Viana do Alentejo compreende afinal um importante conjunto arquitectónico que, apesar da sua relevância, quer histórica quer artística, tem, de certo modo, ficado esquecido do público e muito vagamente tratado pela historiografia da arte. Esta situação terá eventualmente que ver com a sua implantação numa região actualmente muito desertificada e com fraco poder de afirmação, fora dos circuitos turísticos tradicionais que, no Alentejo, chegam a Évora e vão muito pouco além desta cidade.

Sob o título genérico de *Projecto de Conservação Recuperação e Valorização do Castelo de Viana do Alentejo*, foi desenvolvido um processo que contempla um encadeamento de acções cujos objectivos essenciais são a recuperação e conservação do edificado e a regularização de espaços envolventes para, simultaneamente, poder devolver o Castelo à fruição pública, conferindo-lhe capacidade de acolhimento de visitantes em condições de segurança e conservação. O projecto inclui ainda o desenvolvimento de estudos diversos que, para além de apoiarem as intervenções de conservação deverão trazer conteúdos actualizados para a produção de uma exposição interpretativa do conjunto monumental, bem como para a posterior publicação de uma monografia.

De entre as acções já executadas neste conjunto monumental temos a destacar os trabalhos de recuperação de coberturas nos espaços dos antigos Paços do Concelho; a recuperação de rebocos dos torreões; a recuperação de estruturas de muralha arruinadas; o tratamento dos espaços interiores e a sua regularização; trabalhos de escavação arqueológica de acompanhamento ao tratamento de espaços exteriores e conservação do cruzeiro manuelino.

Estão actualmente em preparação os trabalhos de maior expressão tanto física como financeira que este projecto envolve, nomeadamente a conservação/recuperação do perímetro de muralhas; trabalhos de recuperação de coberturas e rebocos na igreja paroquial, bem como a recuperação geral da igreja da misericórdia, que para além de problemas de degradação de rebocos e coberturas apresenta alguns problemas de carácter estrutural, que estão bem patentes ao nível do coro-alto e na área do arco triunfal. Será ainda

executado o tratamento de conservação do portal manuelino da igreja paroquial e a conservação de grande parte do património integrado (talha, pintura, azulejo) tanto nesta igreja como na antiga igreja da misericórdia.

No presente trabalho, apresentam-se os primeiros resultados relativos a um estudo de caracterização de argamassas provenientes do conjunto monumental do Castelo de Viana do Alentejo, tendo em vista a obtenção de informação que permita dar apoio às intervenções de conservação previstas para este monumento.

O estudo de argamassas antigas permite avaliar as suas propriedades macro- e micro-estruturais e fornece importantes informações acerca da história dos edifícios nomeadamente sobre a época, contexto e técnicas de construção e sobre eventuais reparações e processos de degradação. Por outro lado, a informação adquirida sobre a composição das argamassas antigas é fundamental na formulação de novas argamassas de substituição ou de reparação, de forma a garantir a compatibilidade com as pré-existentes.

Estes aspectos são tanto mais importantes quanto, pelo Princípio de Autenticidade, definido em 1964 pela Carta de Veneza [3] e refinado em 1994 pelo Documento de Nara [4], deve ter-se sempre uma postura de preservação das argamassas antigas, da sua conservação e do seu restauro. Quando esta situação não é possível, a substituição de argamassas antigas deve seguir uma metodologia que vise o desenvolvimento de argamassas compatíveis aliando o conhecimento analítico da composição das argamassas antigas com as suas propriedades mecânicas e estruturais.

■ Metodologia geral de caracterização

As amostras de argamassa foram recolhidas criteriosamente, seguindo uma metodologia já apresentada em estudos anteriores [5, 6], de forma a garantir uma representatividade da amostragem e uma quantidade de amostra que permita a sua caracterização e a obtenção de uma reserva para estudos futuros.

A metodologia de caracterização assenta na utilização de um conjunto de técnicas analíticas físicas e químicas como a difracção de raios X (XRD) a análise temogravimétrica e térmica diferencial (TG-DTA), microscopia electrónica de varrimento acoplada a

espectroscopia de raios X dispersiva de energia (SEM-EDS) e microscopia óptica.

As amostras foram sujeitas a um exame preliminar à lupa binocular, o qual permitiu detectar alguns detalhes nas argamassas como a presença de aditivos (carvão, tijolo, etc.) ou a existência de materiais fibrosos. No caso da amostra ser composta por várias camadas, permitiu ainda auxiliar na sua separação para estudo posterior.

As amostras depois de serem cuidadosamente desagregadas, com o auxílio de um martelo de borracha, foram separadas em fracções para serem analisadas pelas diferentes técnicas de caracterização seleccionadas. Para a observação da microestrutura por SEM-EDS, retirou-se um fragmento de pequena dimensão representativo da amostra, o qual é recoberto, por pulverização, com uma película condutora. Para microscopia óptica, as amostras a observar, correspondem também a pequenos fragmentos, que são previamente impregnadas com uma resina epóxida. A operação de impregnação visa o preenchimento de todos os poros e vazios, de forma a consolidar a argamassa para poder ser cortada e polida para posterior observação ao microscópio. Para análise por XRD, prepararam-se dois tipos de amostras ou fracções. Uma das fracções que corresponde à amostra tal qual, e denominada de global, foi obtida pela moagem da amostra já desagregada, de modo a que todas as partículas assumam um tamanho suficiente para passarem num peneiro de malha de 106 μm . A outra fracção, denominada fracção fina, e mais concentrada no ligante, foi obtida a partir do material fino desagregado na preparação da amostra, que passa no peneiro de malha 106 μm . Para análise por TG-DTA, utilizou-se a amostra correspondente à fracção global usada na análise por XRD. Para a análise química, utilizou-se a amostra desagregada não moída. Separaram-se ainda grãos de calcário quando foram detectados, que foram pesados. Todas as amostras depois de preparadas foram secas a 40 °C durante pelo menos 12 horas, com excepção das amostras para análise química que foram secas à temperatura de 105 °C.

Com o objectivo de avaliar o teor dos agregados siliciosos das argamassas e a sua distribuição de tamanho de grão foi realizada análise química por ataque ácido com ácido clorídrico, seguindo o procedimento proposto por Jędrzejewska [7].

A análise por TG-DTA foi utilizada para identificação e determinação do teor de constituintes presentes nas argamassas, em particular os tipos de carbonatos. Utilizou-se para o efeito um analisador SETARAM TG-DTA com rampa de aquecimento uniforme de 10°C/min no intervalo de temperatura entre 20°C e 1000°C sob atmosfera de argon. Dado ter-se constatado que a curva termogravimétrica diferencial (DTG) apresentava, relativamente à curva DTA, a mesma informação mas visualmente de um modo mais acessível, optou-se neste trabalho por apresentar apenas as curvas TG-DTG.

A composição mineralógica das argamassas (fracção fina e fracção global) foi determinada por comparação dos difractogramas de raios X obtidos com radiação $K\alpha_1$ do cobalto num difractor Philips X'Pert com os padrões da base de dados Joint Committee on Powder Diffraction Standards - International Centre for Diffraction Data (JCPDS-ICDD).

A análise microestrutural das argamassas foi realizada num microscópio electrónico de varrimento JEOL 6400 SEM acoplado a um espectrómetro de raios X dispersivo de energia NORAN TN5700. Esta técnica permite caracterizar os materiais constituintes das argamassas (maioritários e minoritários) e identificar os compostos de degradação derivados dos mecanismos de envelhecimento e deterioração das mesmas.

A análise morfológica e petrográfica das amostras foi realizada por microscopia óptica de reflexão. Esta técnica permite obter informação acerca das cores, dimensões, morfologia e mineralogia dos agregados, bem como informações relativamente à porosidade e fissuração das amostras de argamassa. Foram utilizados um microscópio estereoscópico e um petrográfico da marca OLYMPUS.

■ Amostras

A amostragem é um dos aspectos mais importantes na caracterização de materiais antigos porque, por um lado, se pode condicionar decisivamente o resultado da caracterização, por outro, deve obedecer aos requisitos de conservação, isto é, sem prejuízo do rigor e da representatividade, a quantidade de amostra a extrair deve ser sempre a mínima necessária. No âmbito deste estudo, recolheu-se um conjunto de 6 amostras, designadas por VA_i, com $i = 1$ a 6. Com excepção da amostra VA₁ que

corresponde a uma eflorescência salina retirada da superfície azulejar do interior da Igreja da Misericórdia (identificada por difracção de raios X como sendo uma mistura de minerais hidratados de sulfato de sódio), as restantes amostras correspondem a argamassas empregues em vários tipos de utilização. Na Igreja da Misericórdia retirou-se uma amostra de argamassa do reboco exterior (VA2), duas amostras de argamassas de assentamento de azulejos do interior da igreja (VA3 e VA4) e uma argamassa de enchimento da base do altar barroco (VA5). Na Igreja Matriz retirou-se uma amostra de argamassa de preenchimento de juntas do interior da face exterior da parede sul (VA6). Na figura 3 apresentam-se as fotografias correspondentes às amostras VA2, VA3, VA5 e VA6 que serão alvo de discussão mais pormenorizada no presente trabalho.

Resultados e discussão

A observação directa e ao microscópio óptico das amostras permitiu verificar uma boa dispersão dos agregados no ligante. A amostra VA5 exibiu baixa resistência mecânica e foi possível constatar nesta amostra a existência de restos de fibras têxteis, carvão e tijolos. Nas amostras VA3 e VA5 foram ainda separadas as várias camadas observadas. Nomeadamente, a amostra VA5, retirada da base do altar barroco do Séc. XVIII da Igreja da Misericórdia, era composta por uma camada de argamassa coberta por um barramento e uma camada de pintura enquanto que a amostra VA3 possuía uma camada branca subjacente à camada de argamassa usada no assentamento dos azulejos do Séc. XVIII.

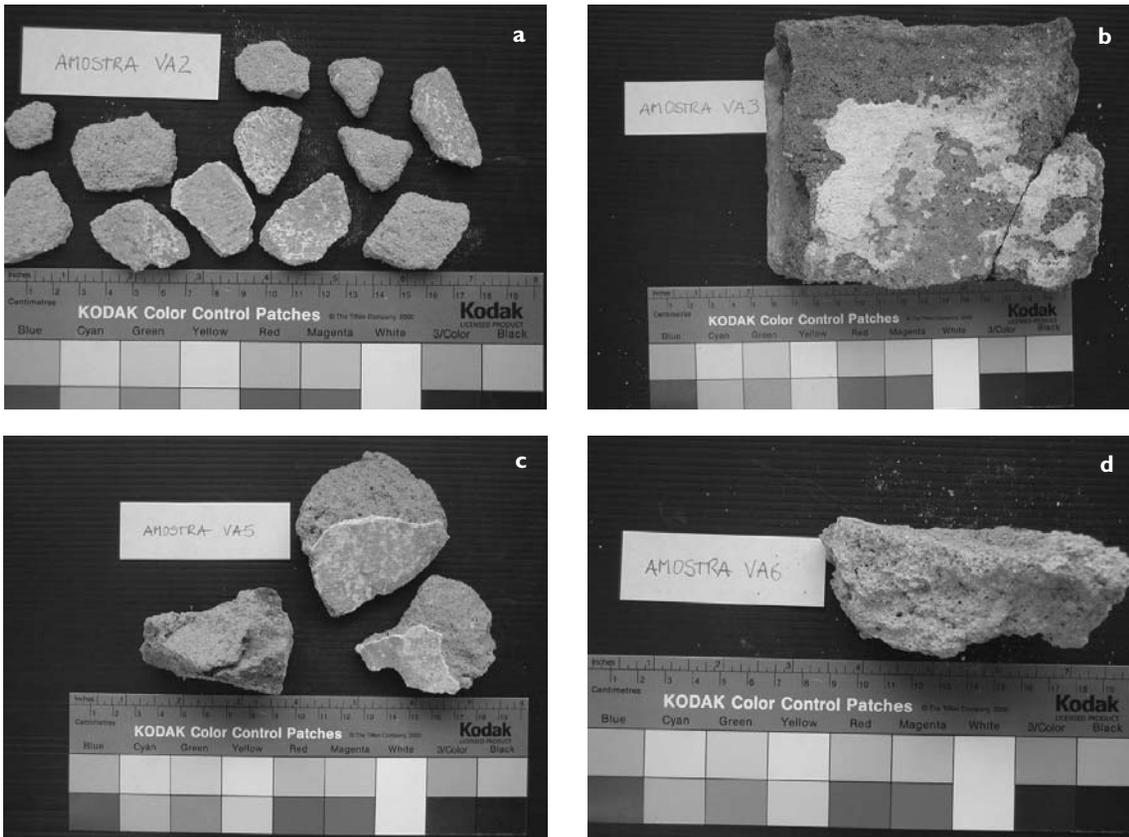


Fig. 3 Fotografias das amostras de argamassa: a) argamassa do reboco exterior da igreja da Misericórdia (amostra VA2); b) argamassa de assentamento de azulejos da igreja da Misericórdia (amostra VA3); c) argamassa da base do altar barroco da igreja da Misericórdia (amostra VA5); d) argamassa de enchimento do interior da parede da igreja matriz (amostra VA6).

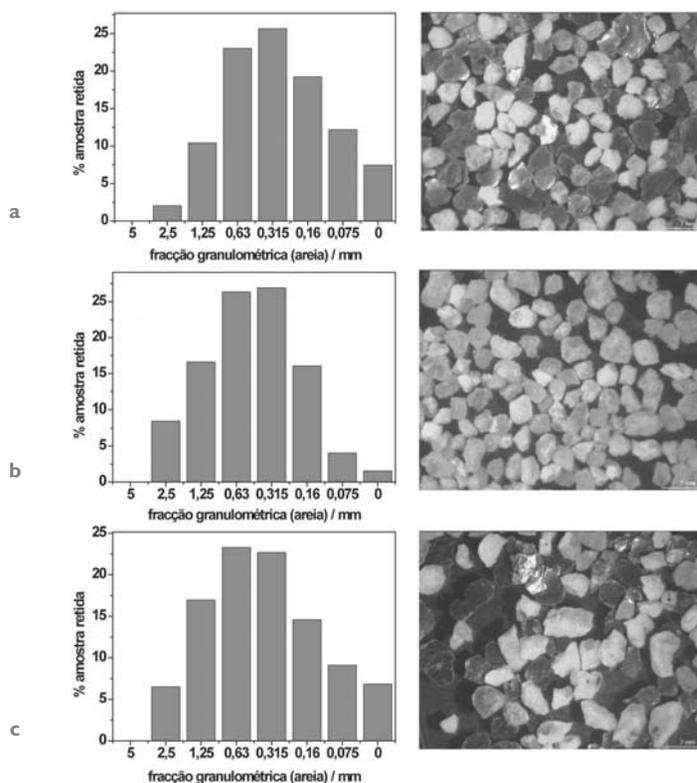


Fig. 4 Distribuições de tamanho de partículas das areias e fotografias à lupa binocular do resíduo insolúvel correspondentes à fracção entre 1,25 mm e 0,63mm: a) amostra VA3; b) amostra VA5; c) amostra VA6.

O ataque ácido das amostras de argamassa antigas permitiu obter a percentagem mássica de agregados insolúveis (areias) e a sua distribuição granulométrica, dados estes que se apresentam na figura 4.

Os difractogramas correspondentes às fracções globais e fracções finas das várias amostras encontram-se nas figuras 5 e 6. Na tabela 1, apresentam-se as várias fases cristalinas detectadas, tendo-se adoptado uma notação que pretende traduzir, de um modo aproximado, a abundância relativa de cada fase cristalina.

A análise por XRD mostrou que as amostras são fundamentalmente compostas por calcite (CaCO_3) e areia, não se detectando a presença de materiais pozolânicos. Tanto pela observação por microscopia óptica do resíduo insolúvel como por XRD foi possível verificar que as amostras VA3 e VA6 possuem areias com composição muito semelhante, sendo provavelmente

provenientes da meteorização de rochas do tipo granodiorítico existentes na região. Relativamente à amostra VA5, estas duas técnicas permitiram constatar que as areias são constituídas por uma mistura de rochas metamórficas e magmáticas, sendo possivelmente originárias de sedimentos de leito de rio. Esta hipótese é corroborada pela não existência de biotite, um mineral que se altera muito facilmente, e pela argilização dos feldspatos.

A camada de barramento na amostra VA5 é composta essencialmente por cal enquanto que a caiação azul apresenta sulfato de bário. Este composto foi utilizado na segunda metade do Séc. XIX e durante o Séc. XX para tornar as tintas mais opacas e como suporte para corantes orgânicos (lacas). Este facto, associado à não detecção de um ião cromóforo, aponta para a possibilidade da cor azul do barramento

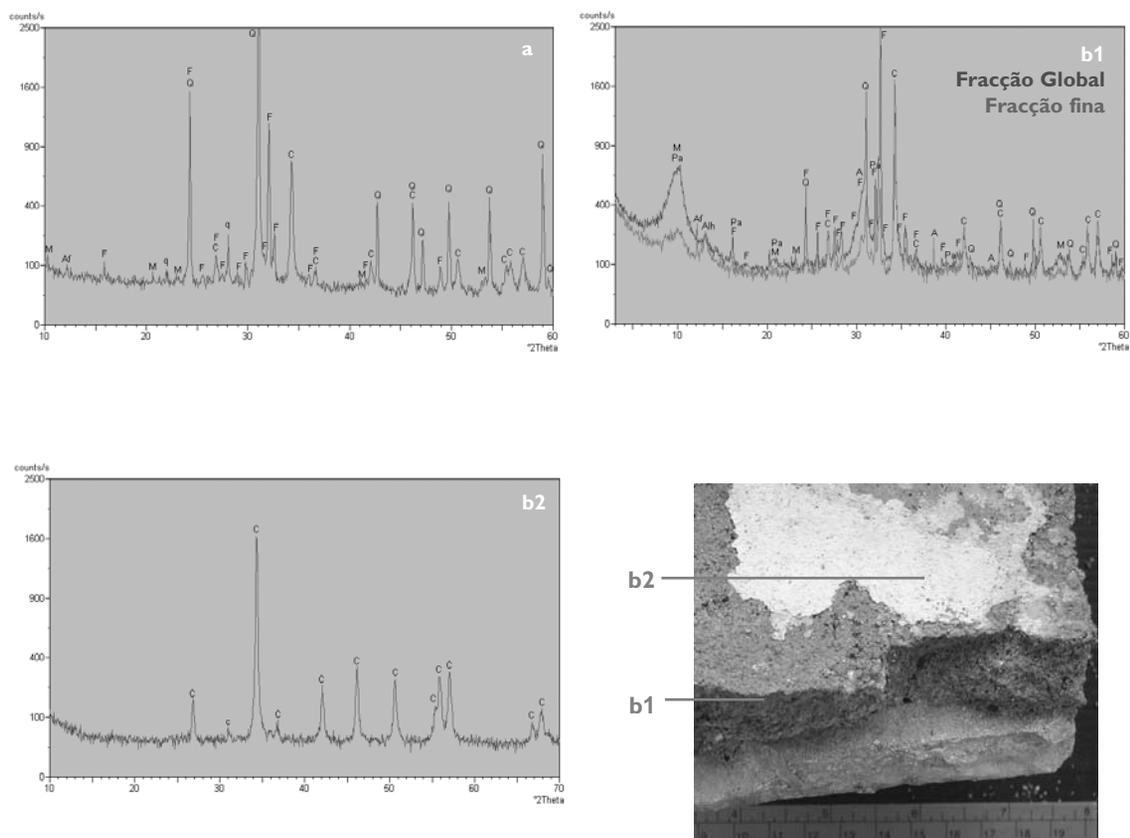


Fig. 5 Difractogramas de raios X das amostras estudadas: a) amostra VA2; b) amostra VA3 (camada subjacente). Símbolos: A - aragonite (CaCO₃); Af - anfíbola; Alh - carboaluminato de cálcio hidratado; C - calcite (CaCO₃); F - feldspato; L - laurionite (PbClOH); M - mica; Pa - paligorsquite; Q - quartzo (SiO₂); q - risca beta da reflexão mais intensa do quartzo, 3.34 Å.

ser devida a um corante orgânico e não um pigmento.

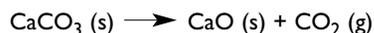
Nas figuras 7 e 8 apresentam-se as curvas TG-DTG e na tabela 2 os valores das perdas de massa, expressas em relação à massa inicial da amostra utilizada.

Dado se ter verificado que a amostra VA2 apresentava uma curva termogravimétrica típica de uma argamassa moderna de cal, possivelmente uma argamassa bastarda com uma ligeira quantidade de cimento, caracterizada por uma perda de massa muito baixa até 500°C, não se justificou proceder ao estudo da sua composição ponderal.

Relativamente às amostras VA3, VA5 e VA6, as curvas termogravimétricas são típicas de argamassas de cal antigas com acentuadas perdas de massa entre 20 e

500°C. Assim, entre 20 e 200°C verifica-se a desadsorção de vapor de água, essencialmente de metalossilicatos, enquanto que entre 200 e 500°C ocorre essencialmente desidroxilação de diferentes tipos de minerais, em particular de aluminossilicatos [8].

A partir das curvas termogravimétricas foi possível obter o teor aproximado em carbonato de cálcio, convertendo a perda de massa entre 500°C e 900°C, que corresponde à sua decomposição térmica em CO₂:



Combinando estes resultados com os teores em areia da análise química foi possível estimar a relação

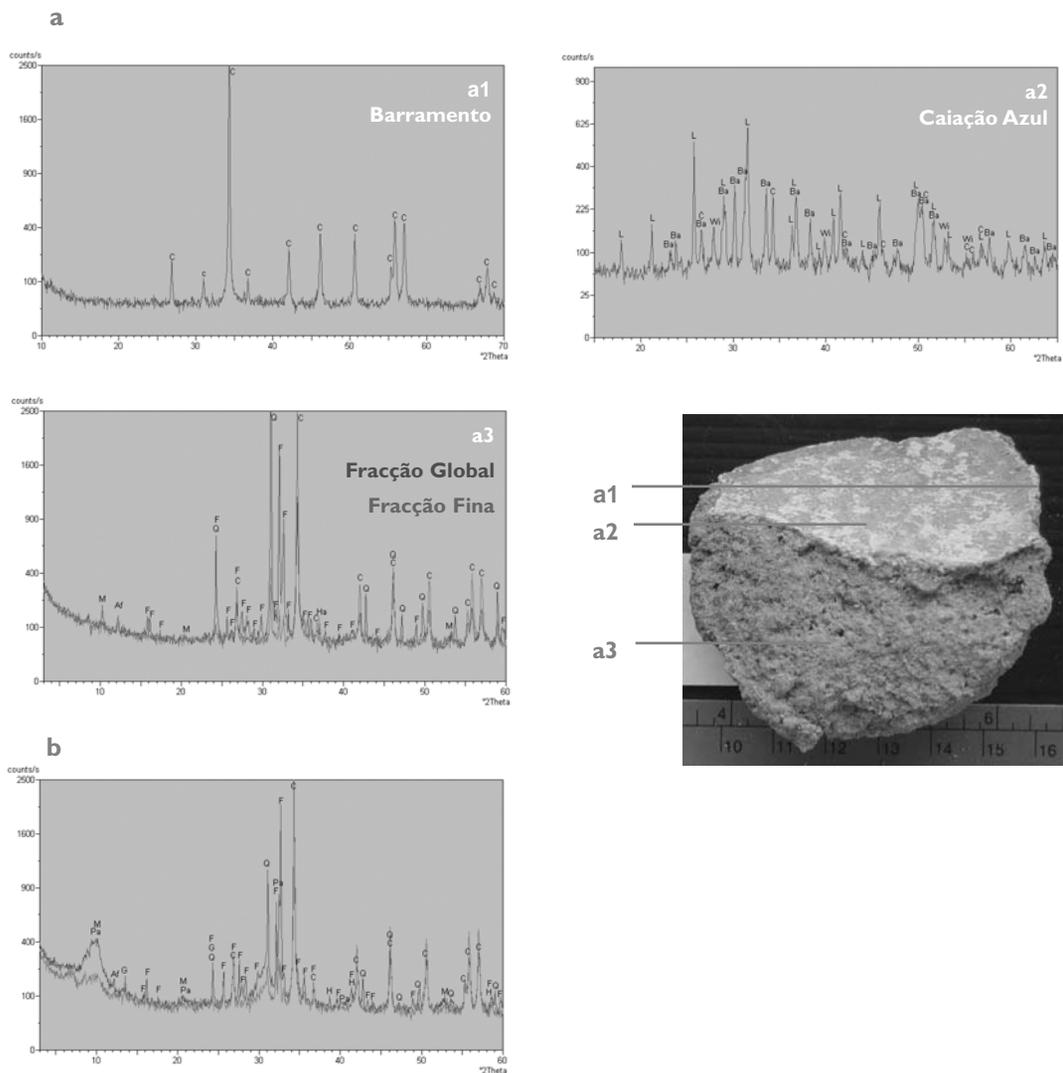


Fig. 6 Difractogramas de raios X das amostras estudadas: a) amostra VA5; b) amostra VA6. Símbolos: Af - anfíbola; Ba - barita (BaSO_4); C - calcite (CaCO_3); F - feldspato; G - gesso (CaSO_4); H - hematite (Fe_2O_3); Ha - Halite (NaCl); L - laurionite (PbClOH); M - mica; Pa - paligorsquite; Q - quartzo (SiO_2); Wi - witherite (BaCO_3).

aproximada entre o ligante e os agregados de natureza não calcária. Na tabela 3 apresenta-se a composição actual simplificada de cada amostra de argamassa, calculada com base no método de Jdrzejewska [7] para argamassas de cal antigas, a qual considera três tipos de constituintes: carbonatos, fracção solúvel em ácido (compostos solúveis em ácido sem formação de

dióxido de carbono) e areia (correspondente ao resíduo do ataque ácido).

Em geral, os resultados de SEM-EDS apresentados na figura 9, conjuntamente com os resultados de XRD, mostram a existência de alguns produtos de alteração nas argamassas provenientes de reacções do ligante com diversos iões, como por exemplo, o ião cloreto

Tabela 1 Composição mineralógica das amostras obtida por difração de raios X. Notação: ++++ composto predominante; +++ proporção relativamente elevada; ++ proporção média; + existe em fraca proporção; Vtg vestigial; - não detectado.

| Fases cristalinas | VA2 global | VA3 global | VA3 fina | VA3 camada subjacente | VA5 global | VA5 fina | VA5 barramento | VA5 caiação azul | VA6 global | VA6 fina |
|------------------------------------|------------|------------|----------|-----------------------|------------|----------|----------------|------------------|------------|----------|
| Quartzo | +++ | + / ++ | + | - | +++ | + / ++ | - | - | + / ++ | + |
| Feldspatos | + / ++ | +++ / ++++ | + / ++ | - | ++ / ++++ | + | - | - | ++ | + / ++ |
| Mica | Vtg | Vtg / + | Vtg | - | Vtg / + | Vtg | - | - | Vtg | Vtg |
| Caulinite | Vtg | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Anfibolas | Vtg | Vtg | Vtg / + | - | Vtg | Vtg | - | - | Vtg | Vtg |
| Calcite | + / ++ | ++ | +++ | ++++ | ++ | +++ | ++++ | ++ | ++ | +++ |
| Paligorskite | - | + / ++ | vtg | - | - | - | - | - | + | Vtg |
| Gesso | - | - | - | - | - | - | - | - | Vtg | Vtg |
| Hematite | - | - | - | - | - | - | - | - | Vtg | - |
| Carboaluminato de cálcio hidratado | - | Vtg | Vtg / + | - | - | - | - | - | - | - |
| Aragonite | - | Vtg | + | - | - | - | - | - | - | - |
| Halite | - | - | - | - | Vtg | Vtg / + | - | - | - | - |
| Witherite | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Laurionite | - | - | - | - | - | - | - | +++ | - | - |
| Barita | - | - | - | - | - | - | - | ++ | - | - |

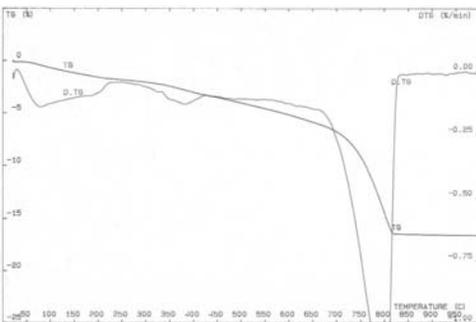
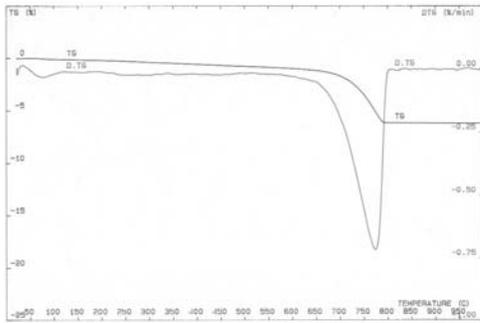


Fig. 7 Curvas TG-DTG das argamassas estudadas: a) amostra VA2; b) amostra VA3.

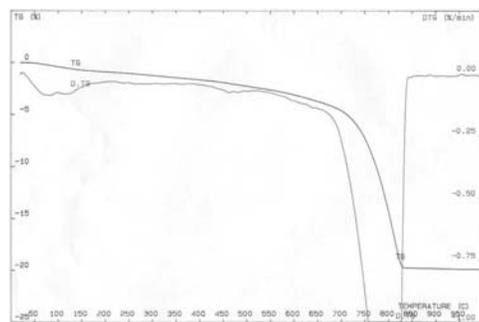
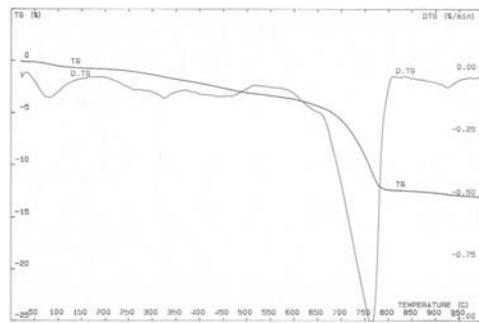


Fig. 8 Curvas TG-DTG das argamassas estudadas: a) amostra VA5; b) amostra VA6.

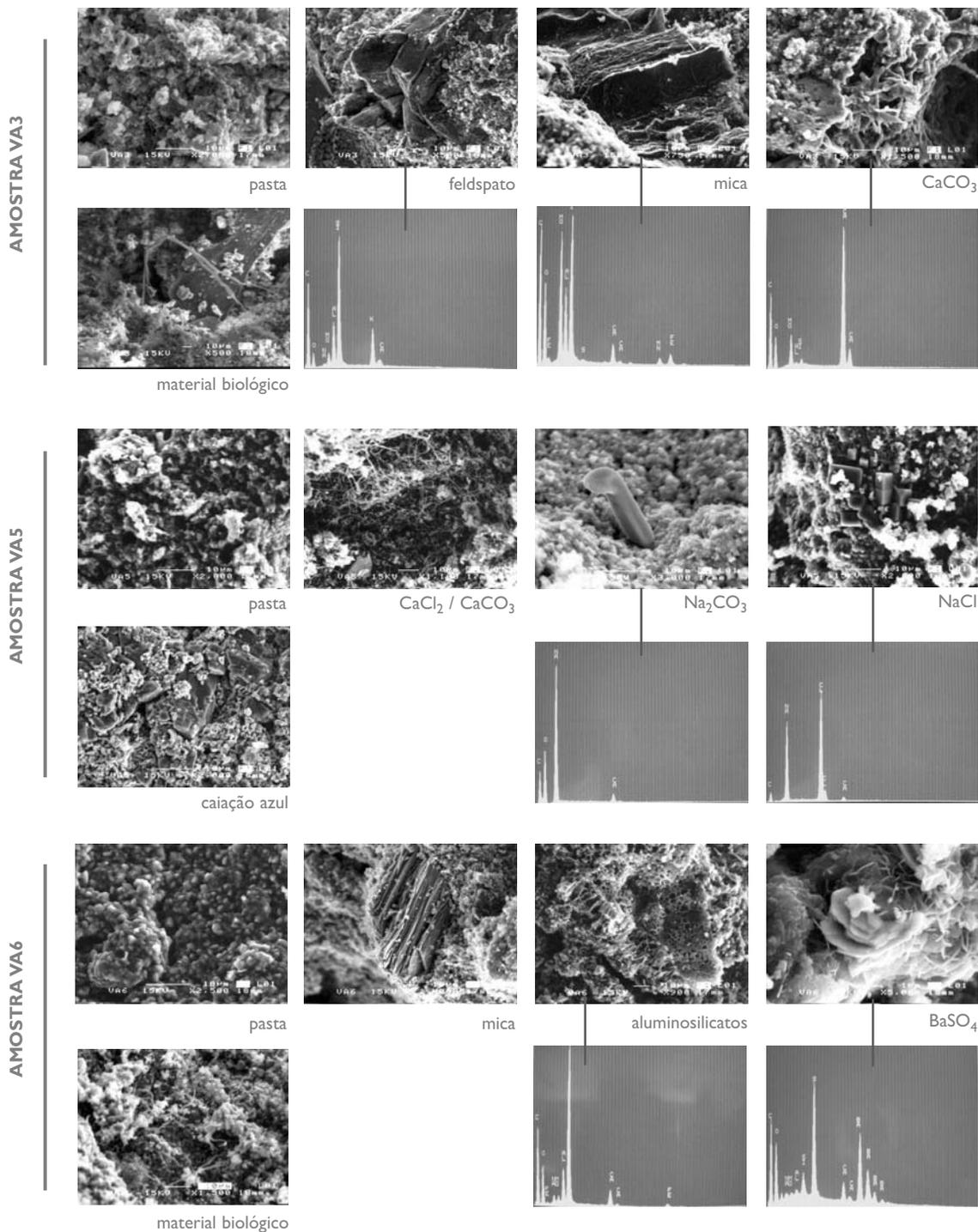


Fig. 9 Imagens de SEM das argamassas estudadas e espectros EDS.

Tabela 2 Valores de perda de massa e teor calculado de CaCO₃ (em %) na argamassa.

| Amostra | Perda de massa / % | | | | | | Perda ao rubro | |
|---------|--------------------|-----|------|-----|------|-----|----------------|-------|
| | 20 | 200 | 200 | 400 | 400 | 500 | | 500 |
| VA2 | 0,24 | | 0,34 | | 0,20 | | 5,39 | 6,19 |
| VA3 | 1,72 | | 1,55 | | 0,77 | | 12,51 | 16,61 |
| VA5 | 0,82 | | 1,11 | | 1,22 | | 9,74 | 13,00 |
| VA6 | 0,98 | | 0,70 | | 0,61 | | 17,52 | 19,88 |

Tabela 3 Composição simplificada das argamassas.

| Amostra | Carbonatos / % | Areia / % | Fracção solúvel / % |
|---------|----------------|-----------|---------------------|
| VA3 | 28,4 | 57,2 | 14,4 |
| VA5 | 21,5 | 72,8 | 5,7 |
| VA6 | 39,8 | 58,5 | 1,7 |

Tabela 4 Traço reconstituído das argamassas antigas estudadas.

| Amostra | VA3 | VA5 | VA6 |
|-----------------------|---------|---------|-------|
| Cal hidratada : areia | 1 : 2,7 | 1 : 4,5 | 1 : 2 |

(formação de cloretos de sódio e cálcio), em particular na argamassa VA5, bem como da ocorrência de processos de dissolução e re-precipitação de carbonato de cálcio, caso da argamassa VA3. Todas as argamassas apresentam alguma colonização biológica e as pastas apresentam um aspecto amorfo devido em parte à reduzida dimensão dos cristallitos. Estes resultados apontam para alteração das argamassas devido a fenómenos de percolação da água proveniente do meio envolvente, com o subsequente transporte de sais, o que está relacionado com as características específicas do monumento. A existência de eflorescências salinas no interior da Igreja da Misericórdia, amostra VA1, vêm confirmar estes factos.

Dado não se conhecer as massas volúmicas dos vários constituintes das argamassas, apresenta-se na tabela 4, o traço mássico das argamassas expresso pela razão entre cal aérea hidratada e areia, o qual foi calculado a partir da composição média das argamassas. Tal como seria de esperar, constatou-se que as propriedades mecânicas de cada argamassa, em particular a resistência, parecem estar relacionadas com o traço da argamassa, ou seja, a amostra menos resistente é a que possui um traço mais fraco e vice-versa.

Conclusões

Com excepção duma das amostras, argamassa VA2 que se trata muito provavelmente duma argamassa moderna, as restantes argamassas originais estudadas são de cal aérea não possuindo materiais de natureza pozolânica nem propriedades hidráulicas.

A argamassa usada no assentamento de azulejos da Igreja da Misericórdia, amostra VA3, apresenta um traço rico em ligante, e areias de composição homogénea, revelando um cuidado na selecção e proporção dos materiais. A existência de calcite recristalizada na pasta e de carboaluminatos de cálcio hidratados são indicativos de processos reaccionais entre os agregados e o ligante e de dissolução e reprecipitação devidos à acção da água. Com efeito, as paredes interiores da Igreja da Misericórdia apresentam sinais de humidade elevada e infiltrações várias que causam diversos tipos de patologias externas como empolamento dos painéis de azulejos, eflorescências salinas (amostra VA1) e colonizações biológicas. É interessante verificar que a argamassa de preenchimento de juntas da parede da Igreja Matriz, amostra VA6, possui composição semelhante (tabelas 1 e 4) à argamassa utilizada no assentamento de azulejos.

Em relação à argamassa utilizada no altar barroco da Igreja da Misericórdia, amostra VA5, podemos concluir tratar-se de uma argamassa fraca em ligante, que se desagrega com grande facilidade. Os agregados utilizados nesta argamassa são areias fluviais que apresentam minerais diversos, parcialmente meteorizados, que, conjuntamente com a maior permeabilidade desta argamassa, podem estar na origem do aparecimento de sais na pasta do ligante.

Referências

- 1 Leitura Nova, Livro n.º 3 de Estremadura, fls. 32 v. – 33 v. (L.º 3 de Guadiana, fl.193).
- 2 Cid, P. *Processo de investigação em curso no âmbito do "Projecto de Recuperação, Conservação e Valorização do Castelo de Viana do Alentejo"* (2003).
- 3 *International Charter for the conservation and restoration of monuments and Sites, Venice, 1964*, http://www.icomos.org/docs/venice_charter.html.

- 4 *Nara Document, Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention, Nara, 1994*,
http://www.international.icomos.org/naradoc_eng.htm.
- 5 Veiga, M.R.; Aguiar, J.; Santos Silva, A.; Carvalho, F., 'Methodologies for characterisation and repair of mortars of ancient buildings', in P.B. Lourenço, P. Roca (ed.), *Proceedings of the 3rd International Seminar on Historical Constructions*, University of Minho, Guimarães, (2001) 353-362.
- 6 Santos Silva, A., 'Nova abordagem na caracterização de argamassas antigas', in *3º Encore – Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios*, LNEC, Lisboa, Portugal (2003) 917-926.
- 7 Jedrzejewska, H., 'Old mortars in Poland: a new method of investigation', *Studies in Conservation*, **5**(4) (1960), 132-138.
- 8 Moropoulou, A.; Bakolas, A.; Bisbikou, K., 'Characterization of ancient, byzantine and later mortars by thermal and X-ray diffraction techniques', *Thermochimica Acta*, **269/270** (1995), 779-795.