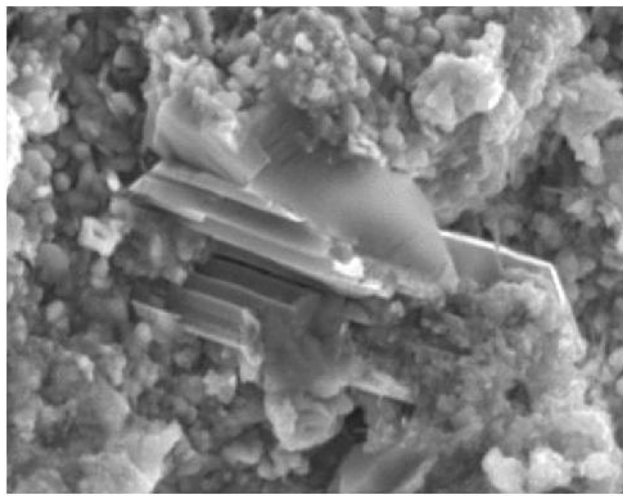
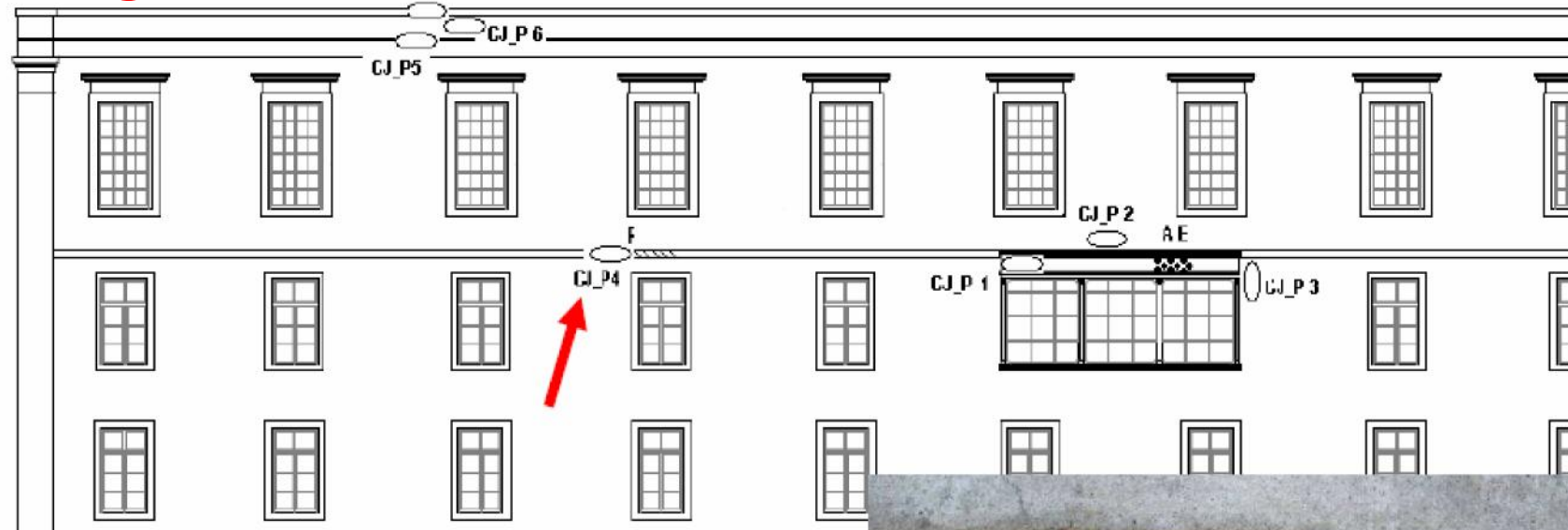


## Respostas da Caracterização

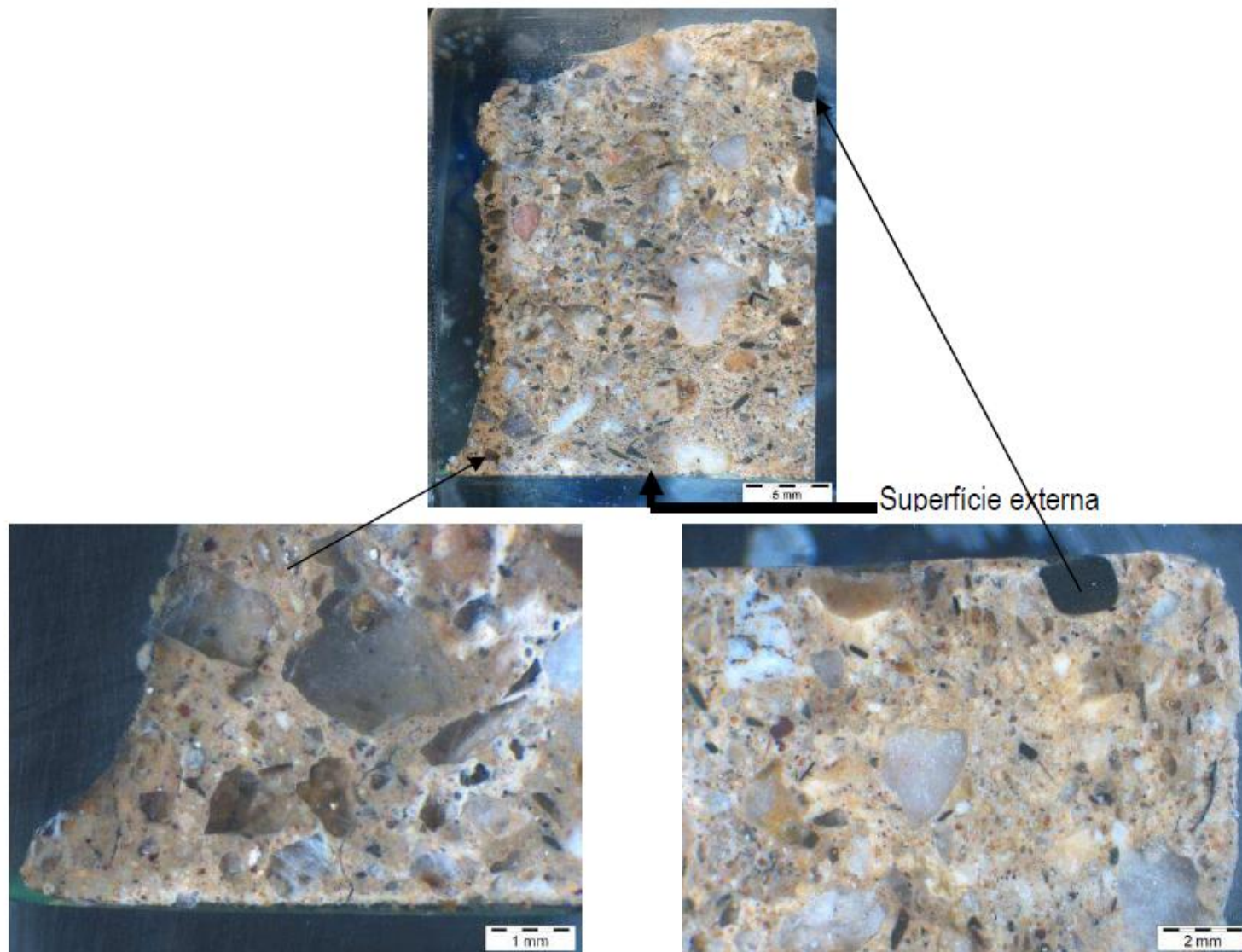
- materiais que incorporam
- proveniência dos materiais
- técnicas de execução
- o estado de conservação
- causas de degradação



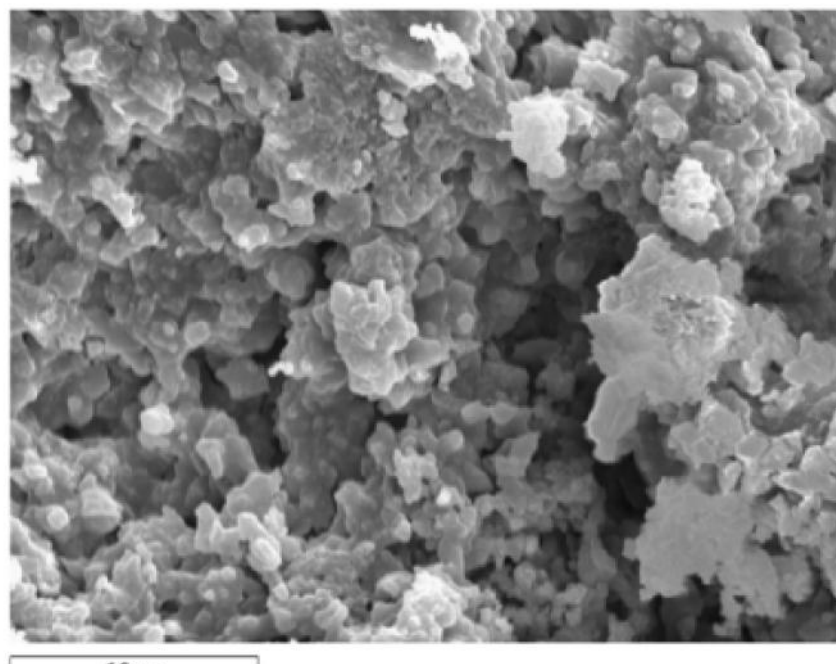
# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra



# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra

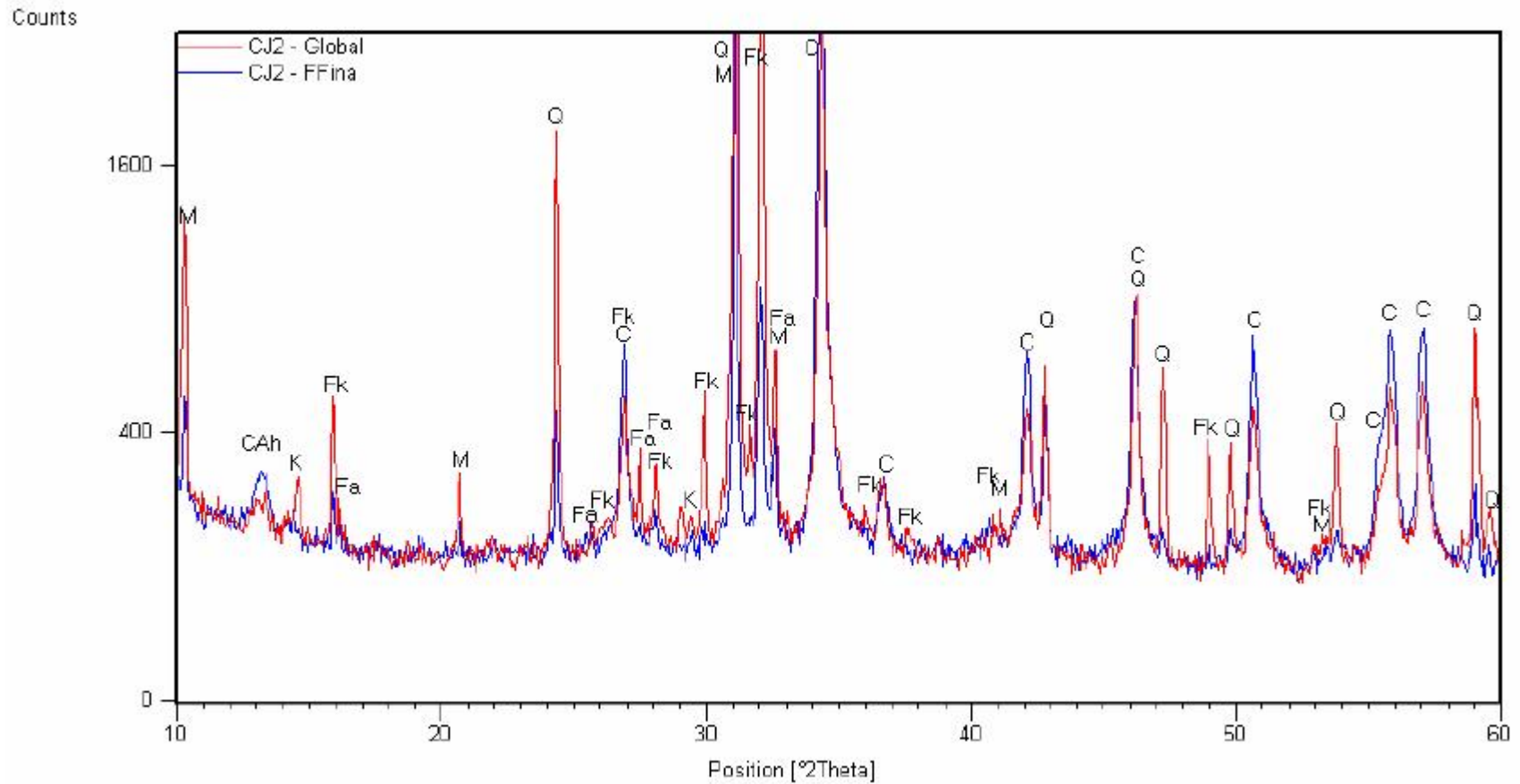


# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra

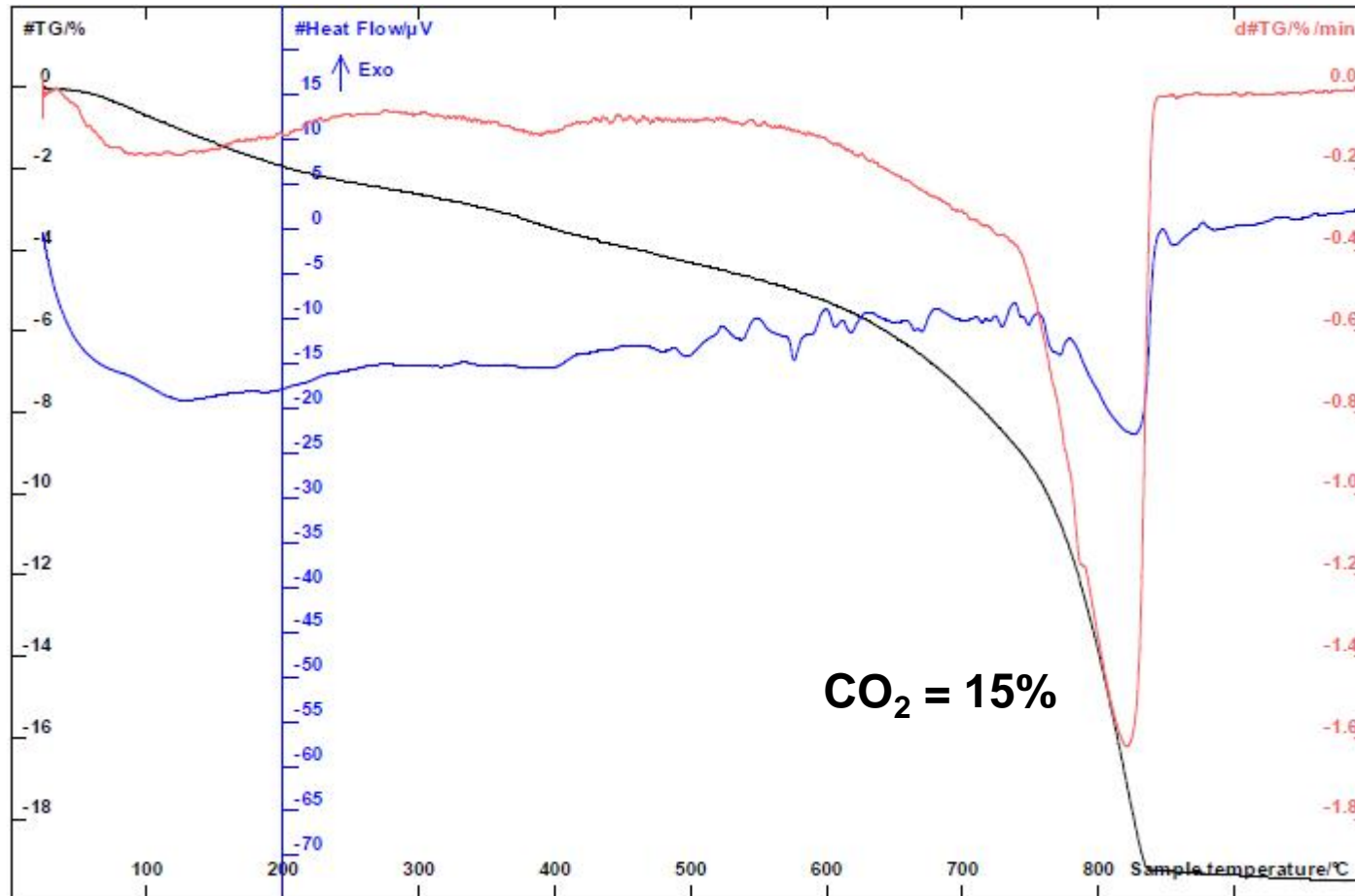


Resíduo Insolúvel	Silica solúvel, $\text{SiO}_2_{\text{sol}}$	Sulfatos, $\text{SO}_3$	Cloretos, $\text{Cl}^-$	Sódio, $\text{Na}_2\text{O}$	Potássio, $\text{K}_2\text{O}$
53	2,59	0,47	0,04	0,19	0,24

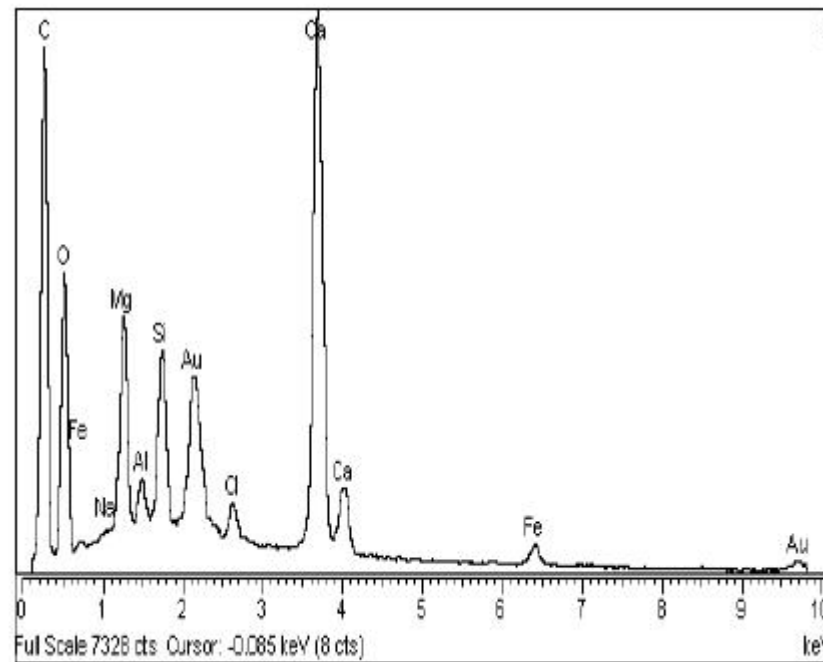
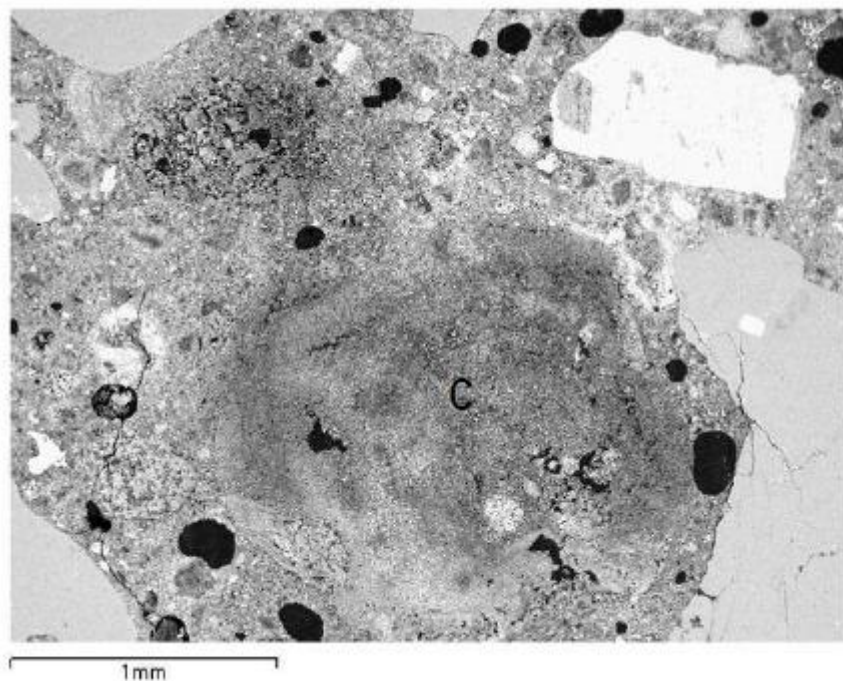
# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra



# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra



# Colégio de Jesus – Universidade de Coimbra



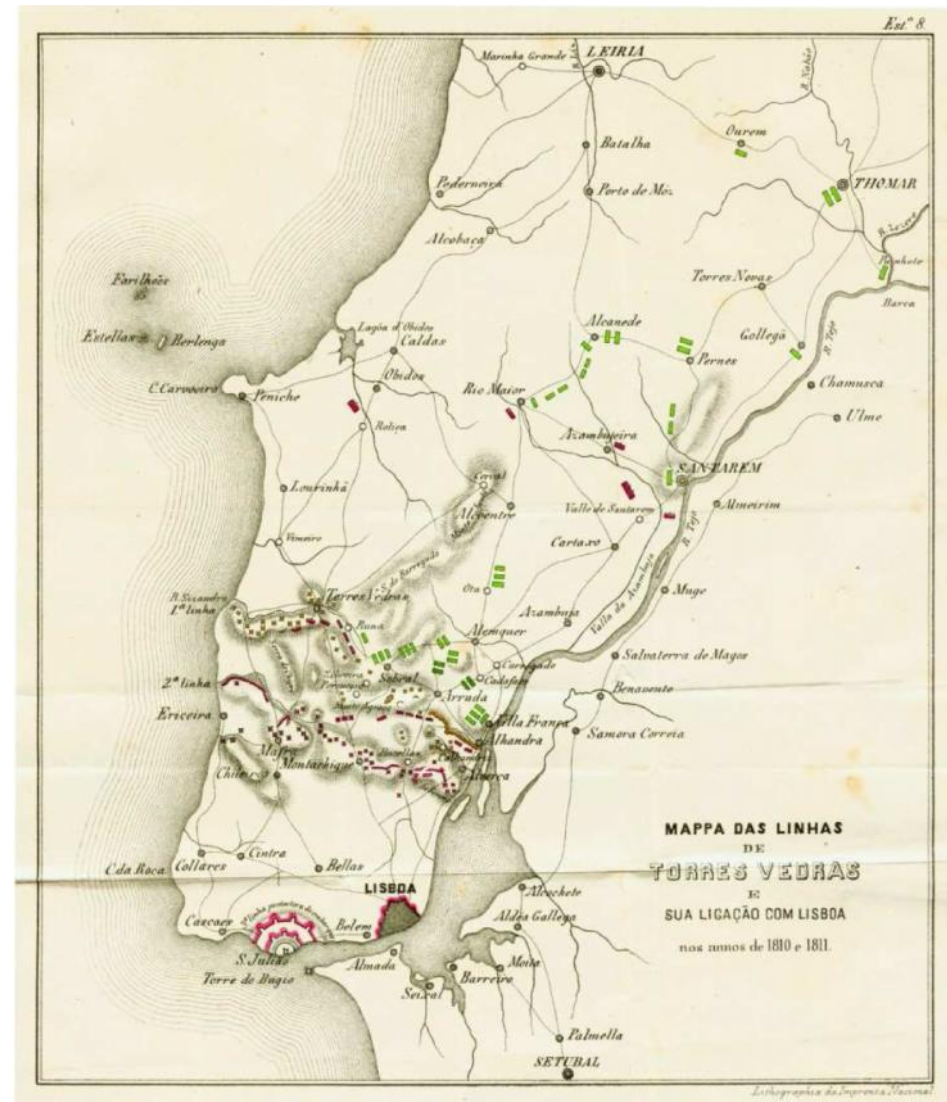
Argamassa de ligante aéreo (cal calcítica de origem margosa). Traço em massa de 1:2

Areia de morfologia sub-rolada, rica em quartzo e feldspatos – fragmentos de granito e xisto

Em bom estado de conservação

# As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

Comporta um total de 152 fortificações, construídas de Novembro de 1809 até 1812

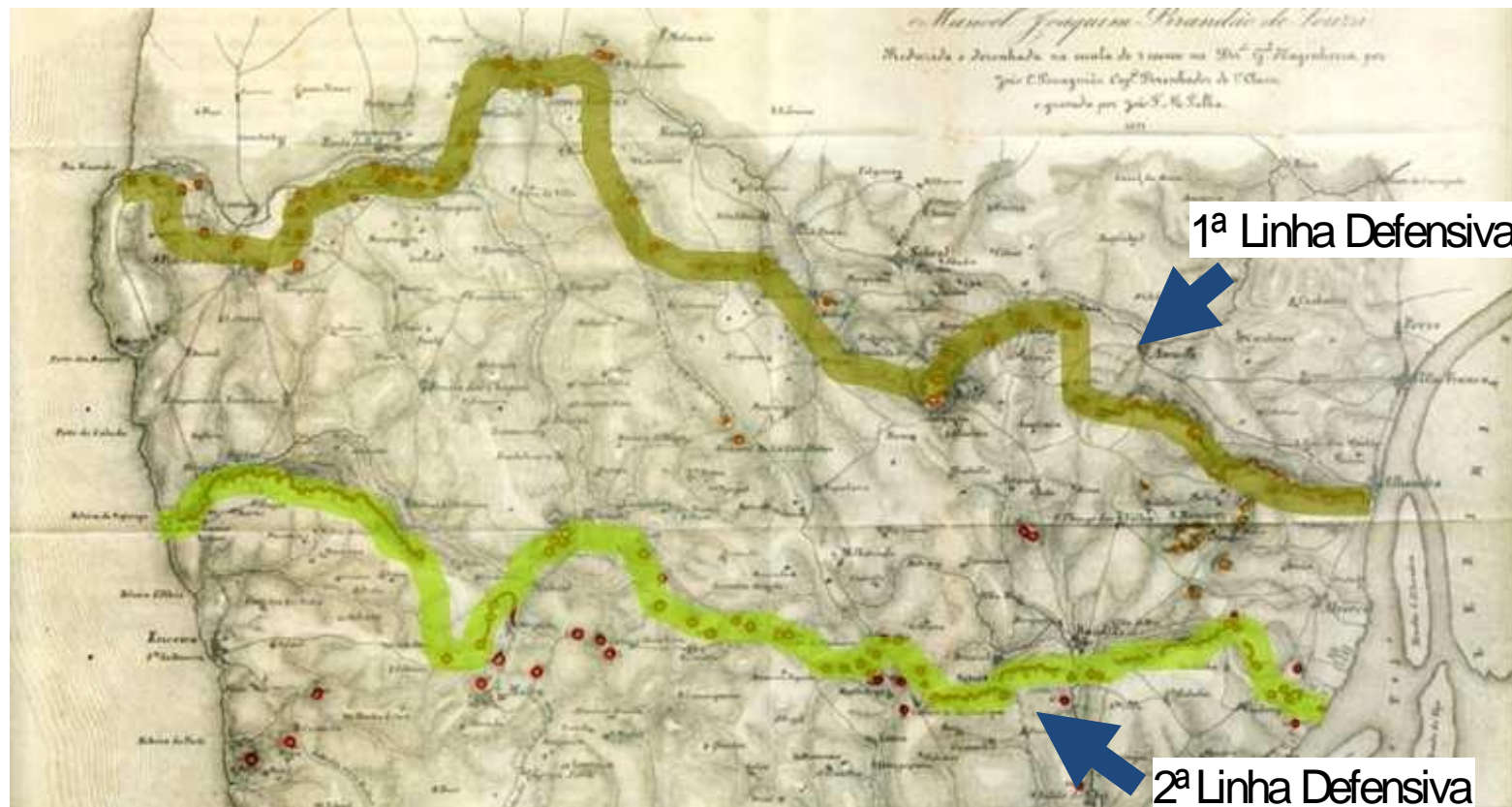




## As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

As Linhas de Torres são compostas por quatro linhas de defesa de Lisboa, tendo sido constituídas duas linhas a Norte da cidade: a Linha Avançada designada por 1ª Linha, e da qual não passaram as tropas francesas, e a Linha Principal de defesa designada por 2ª Linha

Este sistema de fortificações de campo veio a ser considerado o mais eficiente sistema da História Militar



# As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

Rota Histórica das Linhas de Torres

HISTORICAL ROUTE OF THE LINES OF TORRES

LOURES

PLATEAU DE TORRES

OBRA N.º 125 | FORTE DO ARPIM  
MILITARY WORK NO. 125 | ARPIM FORT

## Circuito de Alrota/Arpim Alrota/Arpim Circuit

Guarnição de 250 homens  
Garrisoned by 250 men

Reduto munido de 4 bocas de fogo (calibre 12)  
Fortification provided with 4 cannons (gauge 12)

**PAIOL**  
Local na fortificação que se destina à armazenagem de explosivos ou munições.  
MAGAZINE - Masonry work, the place where large quantities of ammunition are stored for later distribution.

**TRAVÉS**  
Construção de terra para protecção de fogo inimigo.  
TRAVESSE - Earthworks are engineering works created through the mixing of massive quantities of soil or coloured rock. It offered protection from enemy fire.

**CANHONEIRA**  
Abertura onde eram colocadas as bocas de fogo.  
SHOT - Site where the artillery pieces (cannons) were placed.

**1 PRAÇA DE ARMAS**  
Esplanada localizada no interior da obra militar.  
PLACE OF ARMS - It is an area in a fortress where troops could assemble for defence.

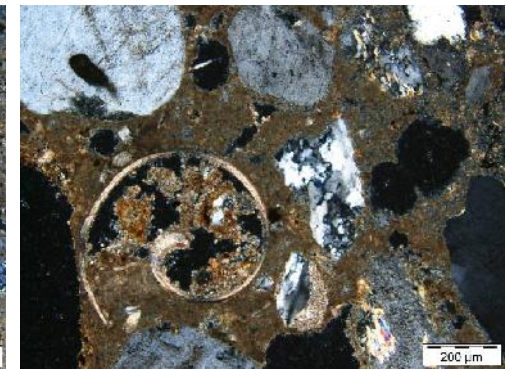
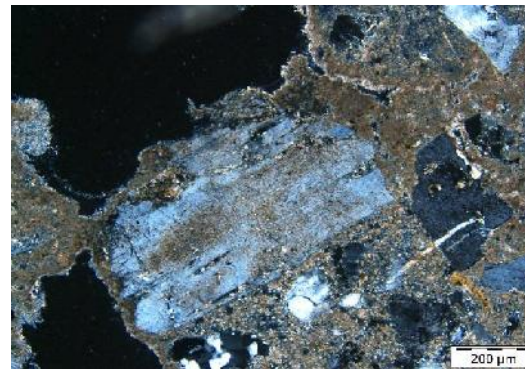
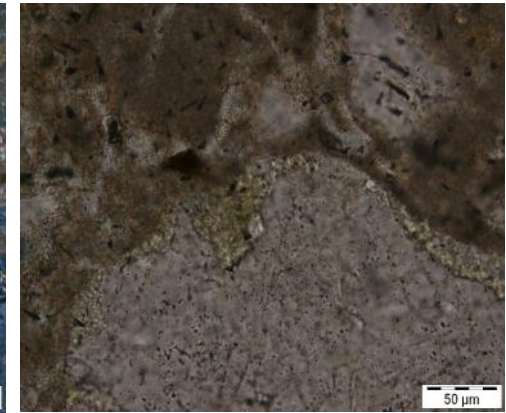
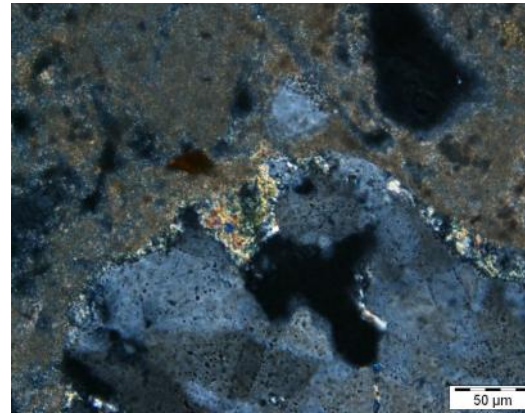
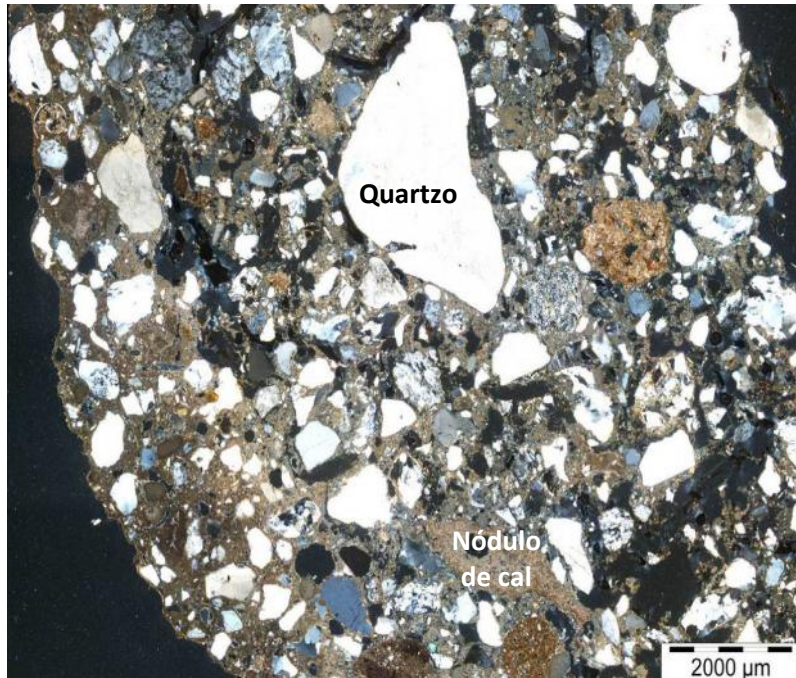
**2 BANQUETA**  
Pequena plataforma ou degrau, localizado na parte interna do parapeito, permitindo aos soldados fazer fogo sobre o parapeito.  
BANQUETTE - An elevation of earth made immediately behind the parapet, and at the base of it. This elevation, which the soldiers mount when they are to fire, enables them to fire over the parapet.

**3 REPARO**  
Muro de terra volumoso levantado à volta da praça ou fortificação, muitas vezes usando a terra que resulta da escavação do fosso.  
KABRNET - A type of defensive wall consisting of a low earthen embankment raised by a parapet or palisade many times. It was built using earth that had been the ditch.



# As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

## Microscopia ótica

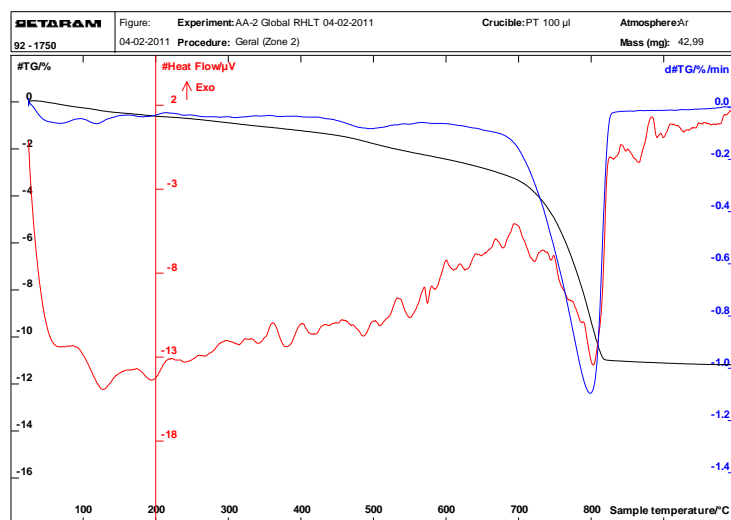


Forte do Arpim

# As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

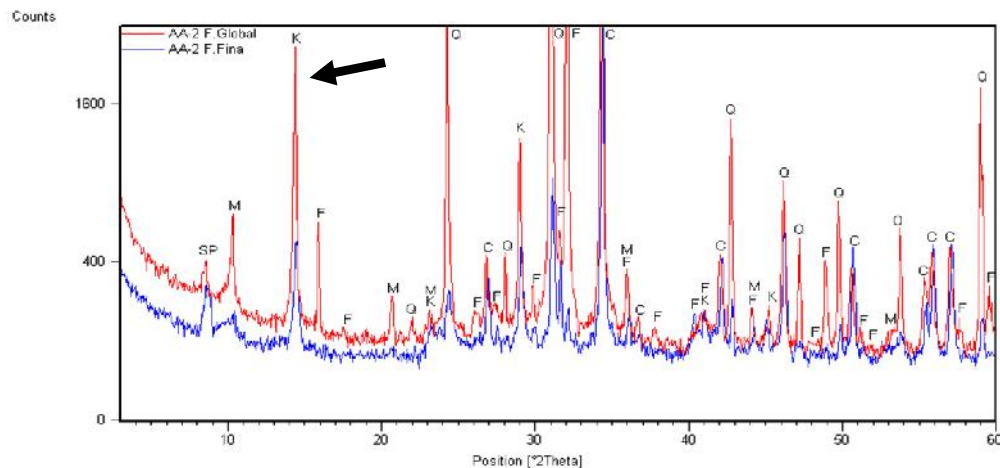
## ATG/DTA e DRX

Termogramas típico duma argamassa de cal aérea



Forte do Arpim

presença o mineral caulinite, facto que traduz a incorporação de argila, em resultado do uso de terra



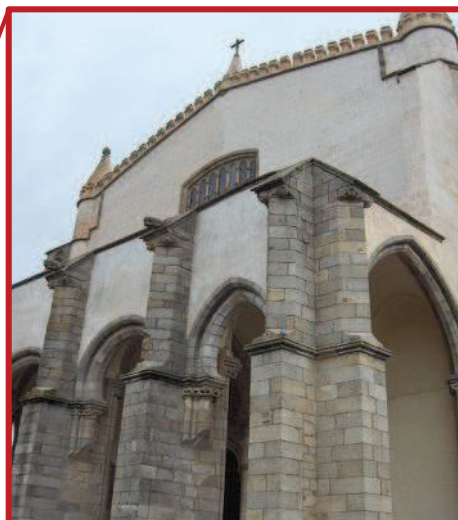
# As Linhas Defensivas de Torres Vedras – 1809/12

## conclusões da caracterização

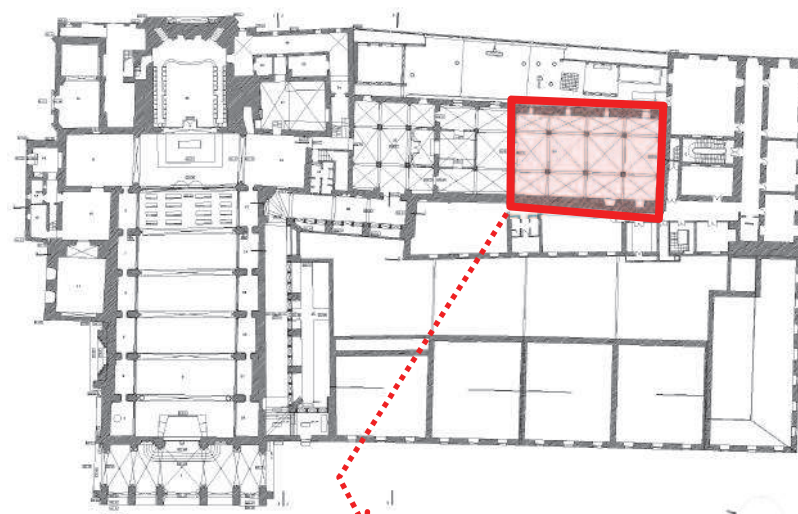
- Argamassas com composições mineralógicas muito distintas de forte para forte
- Com uso de materiais provenientes dos recursos geológicos locais, que justificam a diversidade de constituição de forte para forte
- As argamassas são à base de cal aérea calcítica, argila (proveniente da mistura de terra em elevada percentagem) e agregados siliciosos
- Os ensaios físicos e mecânicos comprovam que as argamassas estão em bom estado de conservação



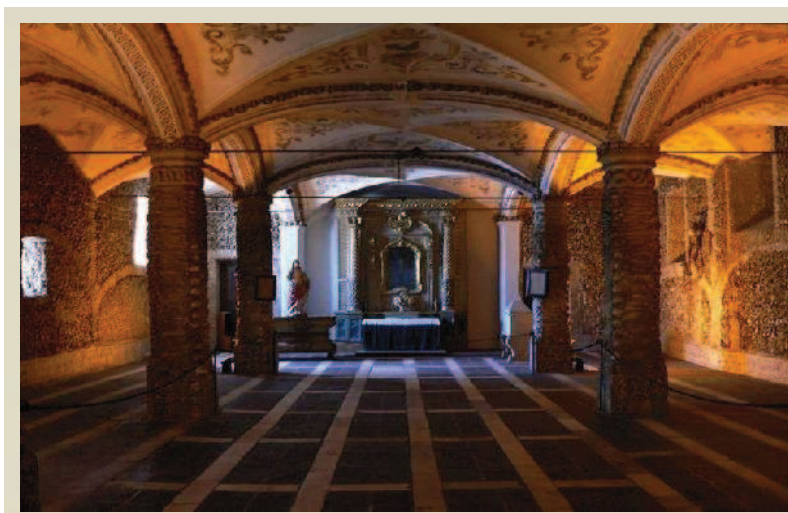
# Capela dos Ossos – Évora



Igreja de S. Francisco



Capela dos Ossos



# Capela dos Ossos – Évora



Azulejos do século XVII



As abóbadas apresentam pinturas murais do início do século 19, com referências alegóricas à morte e estão decorados com filas de crânios



# Capela dos Ossos – Évora

## Sismo de 1969

provocou profundas fendas nas abóbadas, nos arcos e nas paredes da capela



### Trabalhos

- escoramento da abóbada e nervuras
- consolidação de ossadas
- demolição e reconstrução de pavimentos
- execução de rebocos interiores



*In Monumentos.pt*



# Capela dos Ossos – Évora

Em  
1998

Realização de uma intervenção na pintura das abóbadas da capela

Trabalhos

- Remoção de sais
- Fixação da película cromática
- Limpeza da camada pictórica
- Integração cromática



*no verão de 2011, foi reparado um tubo de queda que há muitos anos provocava infiltrações na parede do alçado nascente*

# Capela dos Ossos – Évora

## principais anomalias observadas nos revestimentos

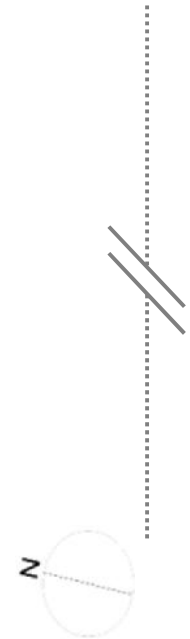
- destacamento do reboco em várias zonas da capela, com principal incidência nas fachadas Norte e Nascente



# Capela dos Ossos – Évora

principais anomalias observadas nos revestimentos

Elevada humidade em algumas zonas



# Capela dos Ossos – Évora

principais anomalias observadas nos revestimentos

eflorescências salinas



# Capela dos Ossos – Évora

## Recolha de amostras

### Amostra AA-1

Recolhida junto da porta de entrada da capela, orientada a Norte.

Revestimento de parede com fragmentos de ossos aderentes.

Constituída por uma única camada, tem cor bege escuro e aparenta boa resistência mecânica. São visíveis nódulos de cal e tecidos e fibras de sisal.

O agregado aparenta ser silicioso, é de cor clara e com forma sub-rolada.



# Capela dos Ossos – Évora

## Amostra AE-1

Amostra de cor castanha e com aspeto terroso.

Argamassa de assentamento dos ossos.

Não foram identificadas camadas, nem agregados, contudo foram visíveis nódulos de cal



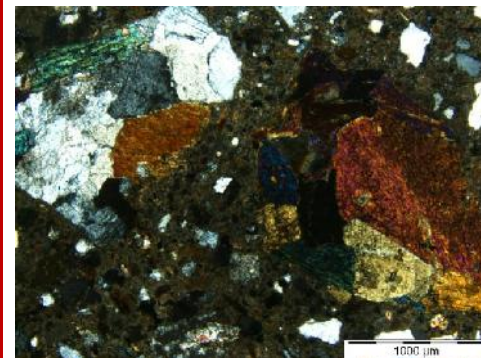
*Recolhida perto da amostra AA-1*

# Capela dos Ossos – Évora

## conclusões da caracterização

- As argamassas analisadas apresentam dois tipos de ligantes na sua composição.
- A argamassa de revestimento AA-1 é uma argamassa de cal dolomítica.
- A argamassa de assentamento AE-1 é uma argamassa de terra.
- As areias usadas são de natureza granitóide e muito provavelmente da mesma origem geológica

- Na argamassa de revestimento AA-1 foram encontrados compostos (aluminato de cálcio hidratado, hidromagnesite e aragonite) que indicam que esta esteve sujeita à ação da água.
- Essa ação além de ter originado a dissolução do ligante provocou também a acumulação de sais, essencialmente sulfatos e nitratos.



Lâmina delgada da argamassa AA1 mostrando grãos de granito e de anfíbola.

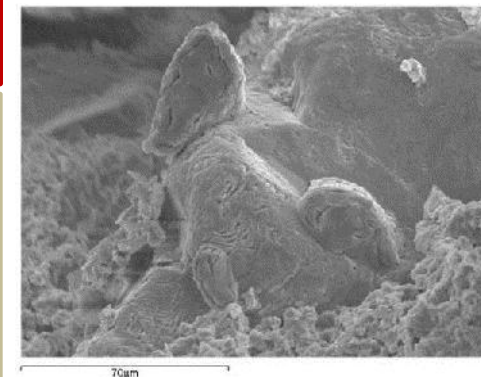


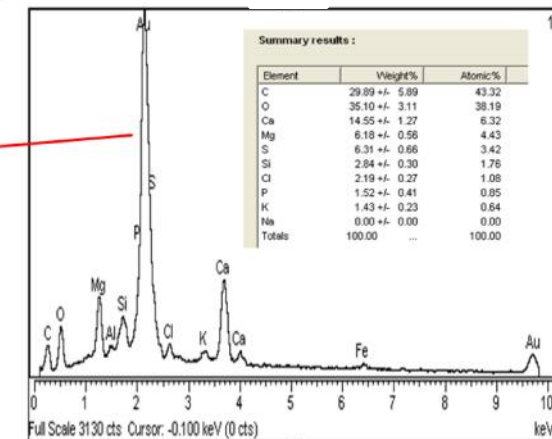
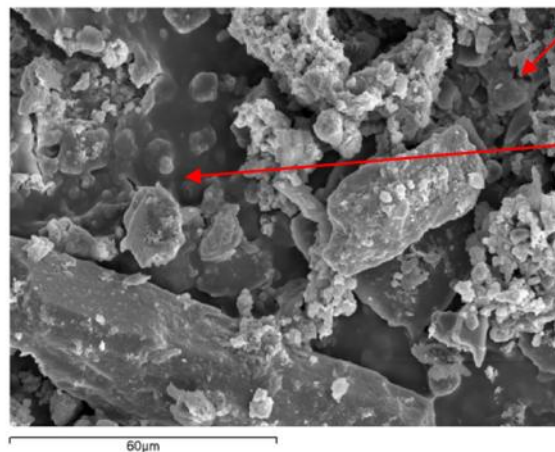
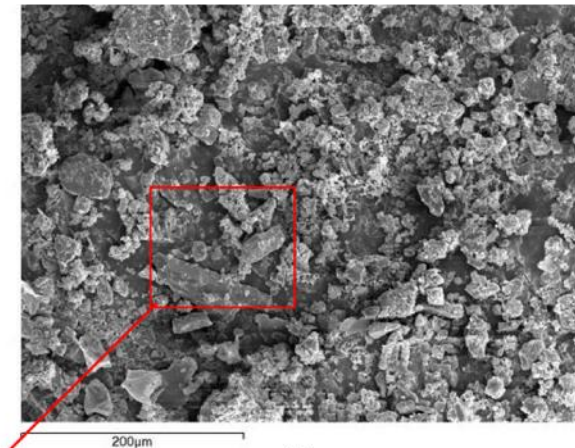
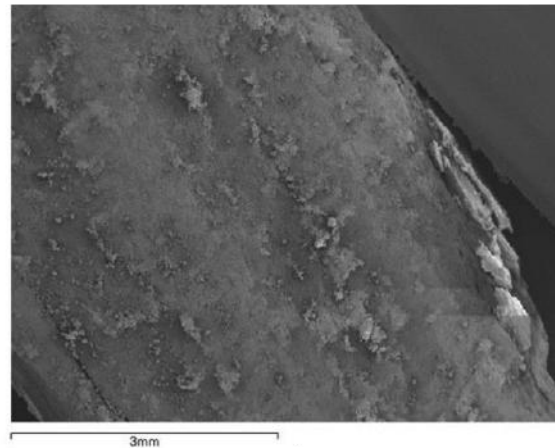
Imagem MEV duma interface agregado/pasta na amostra AA-1 com presença de hidromagnesite.

# Capela dos Ossos – Évora

## conclusões da caracterização

Não se encontraram indícios de degradação química dos ossos, facto que se atribuiu à baixa solubilidade da hidroxiapatite

Contudo na superfície externa dos ossos detetou-se a presença de geles de sulfatos.



Imagens MEV duma amostra de osso e espetro EDS mostrando a presença de geles com sulfatos.



# Capela dos Ossos – Évora

## conclusões da caracterização

Amostra	Coefficiente absorção capilar (CCc5) (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup> )	Absorção de água por contacto às 24h (kg/m <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidade dinâmico (E) (N/mm <sup>2</sup> )	Resistência à compressão (Scm) (N/mm <sup>2</sup> )
AA - 1	0.29	2.9	2515	2,90
AE - 1	5.29	22.7	980	-

- Argamassa AA-1 com um valor muito baixo de absorção capilar (0.29 kg/m<sup>2</sup>.min<sup>1/2</sup>), mas comparável com a de outros de revestimentos antigos em bom estado de conservação (0.3 to 1.5 kg/m<sup>2</sup>.min<sup>1/2</sup>).
- O valor de absorção máximo é também reduzido, indiciando baixa porosidade, o que é também compatível com argamassas antigas com produtos de neoformação
- Argamassa AE-1 apresenta, em comparação com a argamassa AA-1, valores superiores do coeficiente de absorção capilar (5.29 kg/m<sup>2</sup>.min<sup>1/2</sup>) e de absorção máxima (a 24 horas)



# Capela dos Ossos – Évora

## conclusões da caracterização

Amostra	Coefficiente absorção capilar (CCc5) (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup> )	Absorção de água por contacto às 24h (kg/m <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidade dinâmico (E) (N/mm <sup>2</sup> )	Resistência à compressão (Scm) (N/mm <sup>2</sup> )
AA - 1	0.29	2.9	2515	2,90
AE - 1	5.29	22.7	980	-

- Os valores de módulo de elasticidade e de resistência à compressão da amostra AA-1 são relativamente altos, indicando boa coesão e compacidade.
- O valor baixo de módulo de elasticidade da amostra AE-1 é indiciador de baixa coesão, e é caraterístico duma argamassa de terra.

Argamassa AA-1, com reduzida capilaridade e relativamente alta resistência mecânica, é indicador de uma argamassa antiga em bom estado de conservação.

Amostra AE-1 é uma argamassa mais fraca mas aparentando também bom estado de conservação, que poderá desempenhar as suas funções aglomerantes desde que sejam controladas as infiltrações de água que mantêm as paredes húmidas.



# Capela dos Ossos – Évora



O problema de destacamento dos revestimentos não está relacionado com a degradação das argamassas, mas antes devido à contração dos ossos devida ao fenómeno químico de substituição dos iões de fosfato por iões de carbonato, na presença de elevadas concentrações de  $\text{CO}_2$ .



Obrigado pela  
atenção

