



LABORATORIO

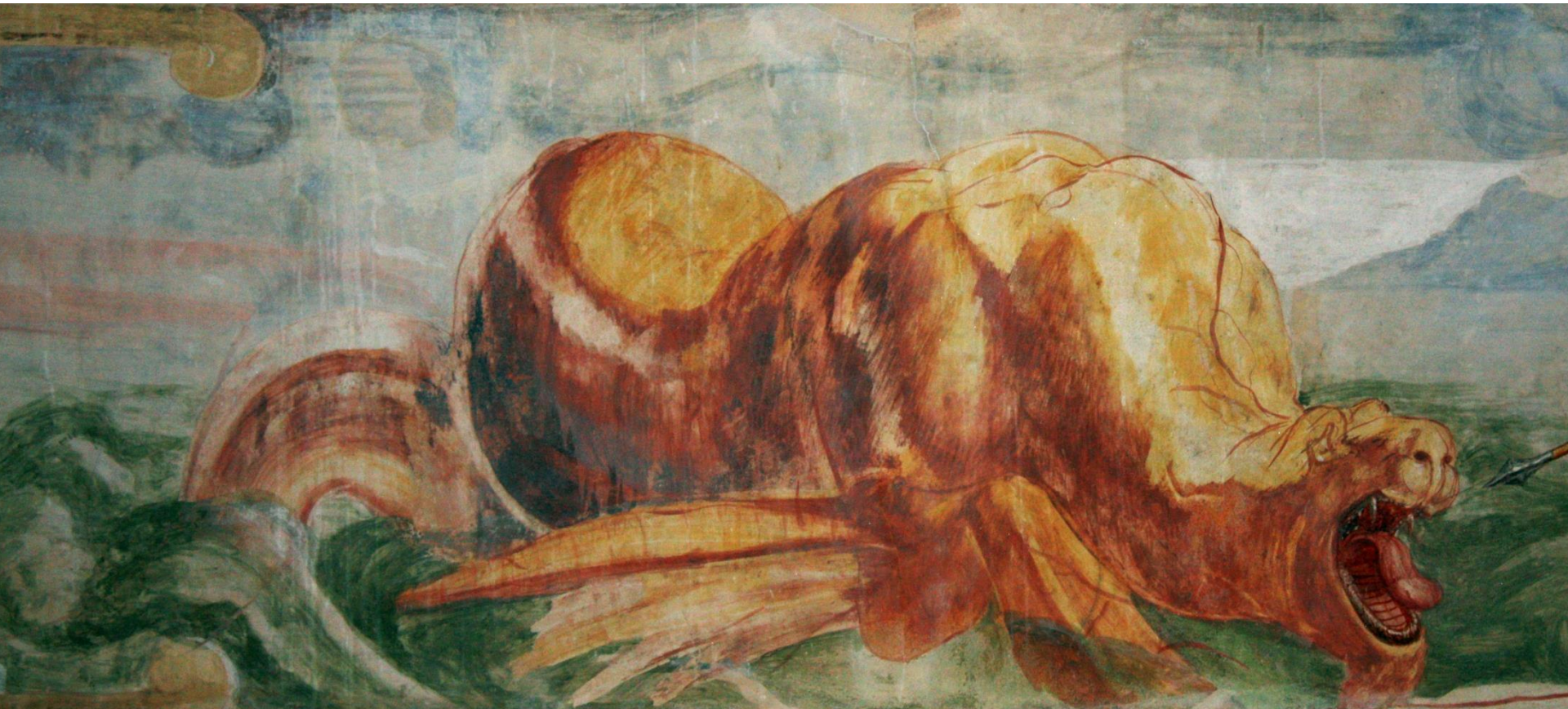
HERCULES

HERANÇA CULTURAL, ESTUDOS E SALVAGUARDA



a cal na produção e conservação de obras de arte

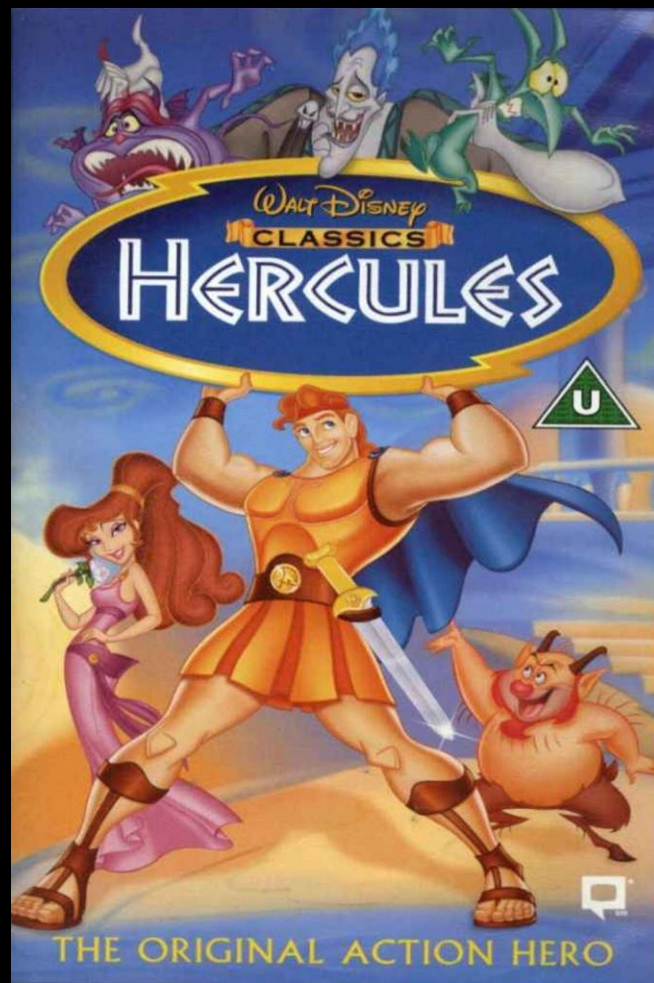
antónio candeias



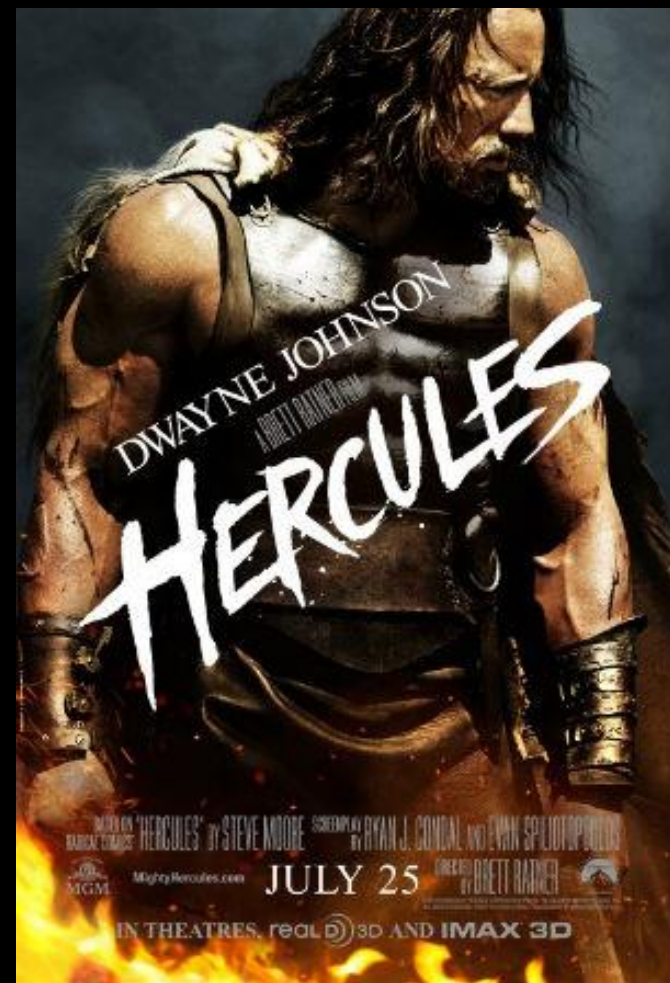
mas antes vou apresentar o HERCULES



1958



1997



2014



C E N T R O
HERCULES

HERANÇA CULTURAL, ESTUDOS E SALVAGUARDA

CULTURAL HERITAGE, STUDIES AND SAFEGUARD



2009

Quem somos?





doutorados

equipa

- 12** químicos (4 Post-doc)
- 3** geólogos / geoquímicos
- 5** bioquímicos (3 Post-doc)
- 4** conservadores-restauradores (Post-docs)
- 2** arqueólogos (Post-doc)
- 1** física (Post-doc)
- 1** ciência dos materiais (Post-doc)

licenciados / mestres

- 20** alunos de doutoramento
- 5** bolseiros de investigação
- 3** arqueólogos
- 2** conservadores-restauradores
- 1** designer gráfico
- 1** staff administrativo

Infra-estruturas

- Lab. Microscopia e Microanálise
- Lab. Espetrometria de Massa
- Lab. Cromatografia
- Lab. Biodegradação e Biotecnologia
- Lab. Caraterização de Materiais
- Unidade móvel - *HERCULES mobile*
- oficina de CR (Museu de Evora)

www.hercules.uevora.pt



Search bar



Sign in

Getting around



Directions



Map

Google



infra-estruturas





**vamos
começar**

...

a cal na produção e conservação de obras de arte





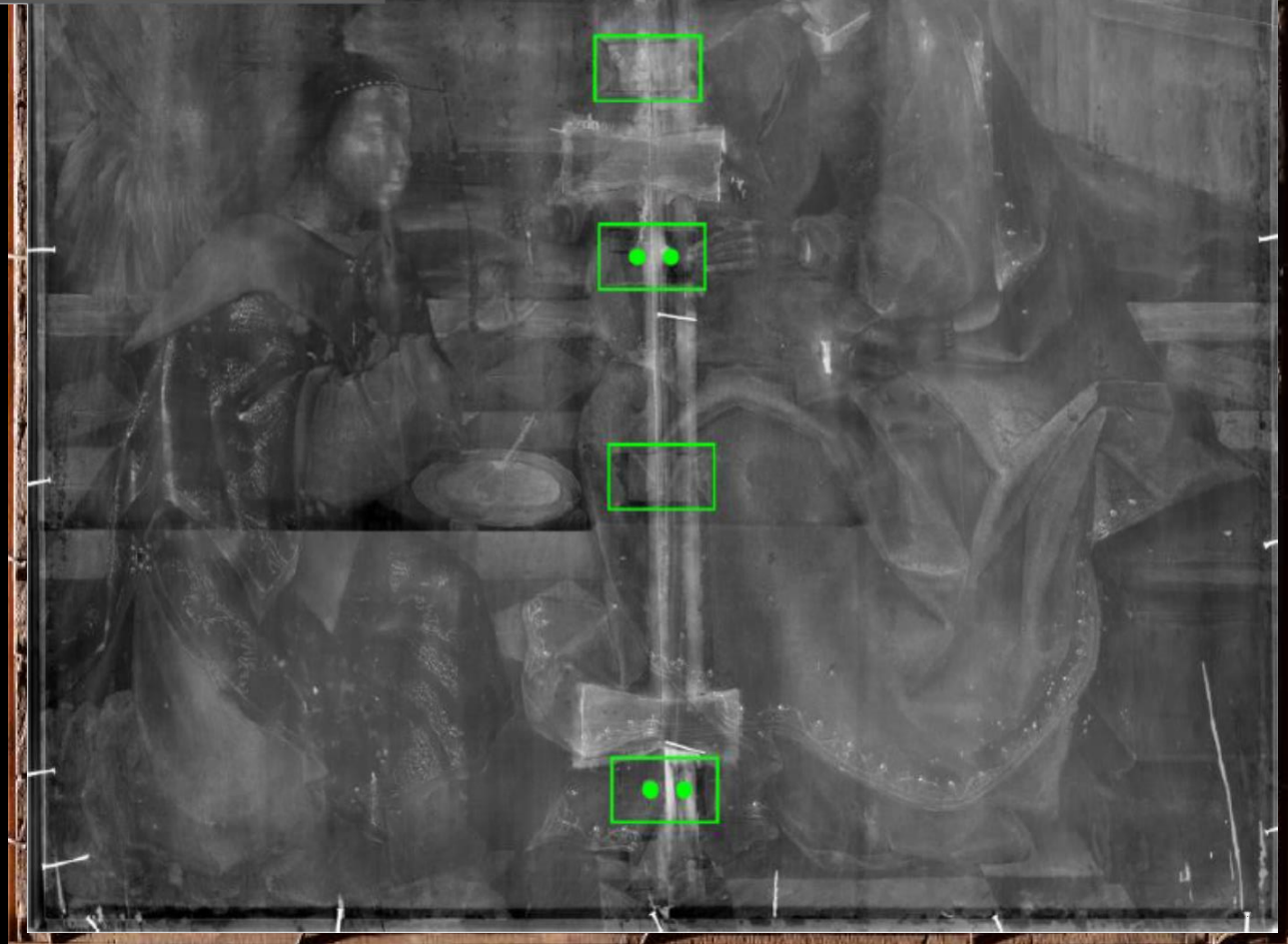
Aparição de Cristo à Virgem
Oficina de Frei Carlos

Datada 1529

Madeira de carvalho, 173 x 129,5 cm

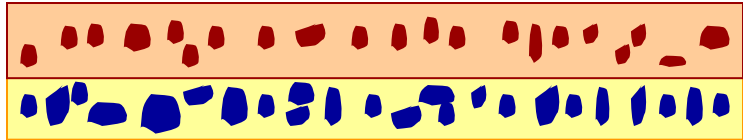
Proveniência: Mosteiro do Espinheiro, Évora

Nº inventário: MNAA 2pint

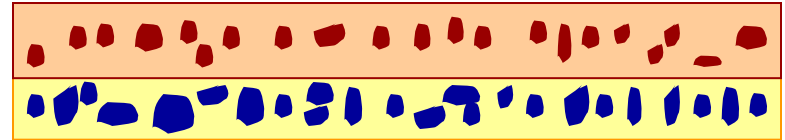




verniz



Camadas pictóricas



desenho preparatório



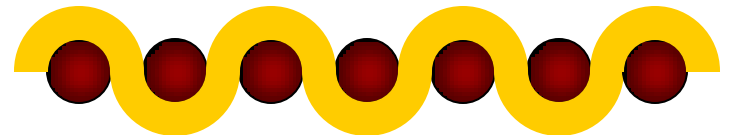
preparação



cola

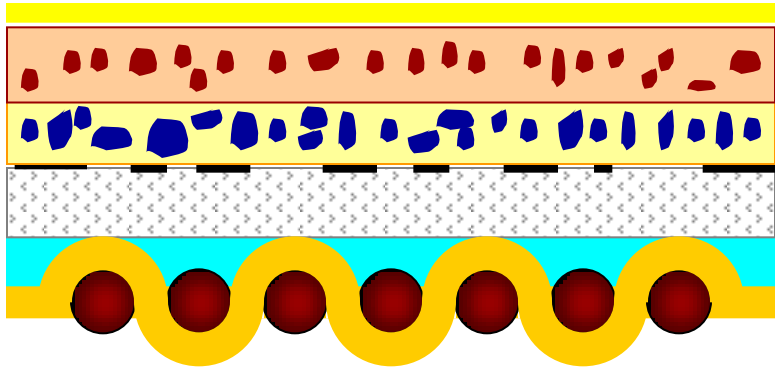


suporte

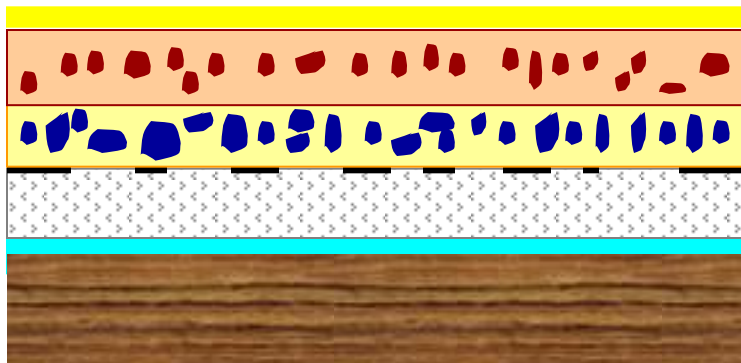
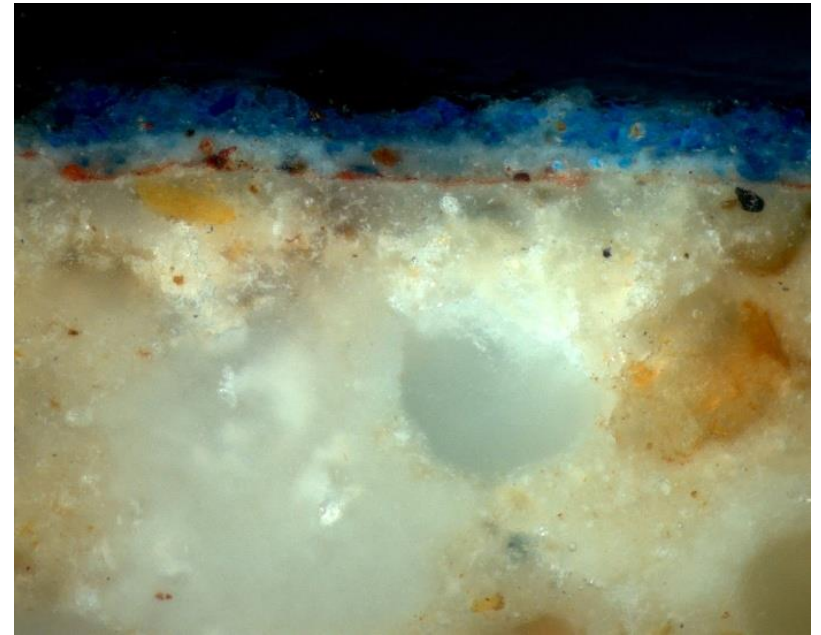


madeira

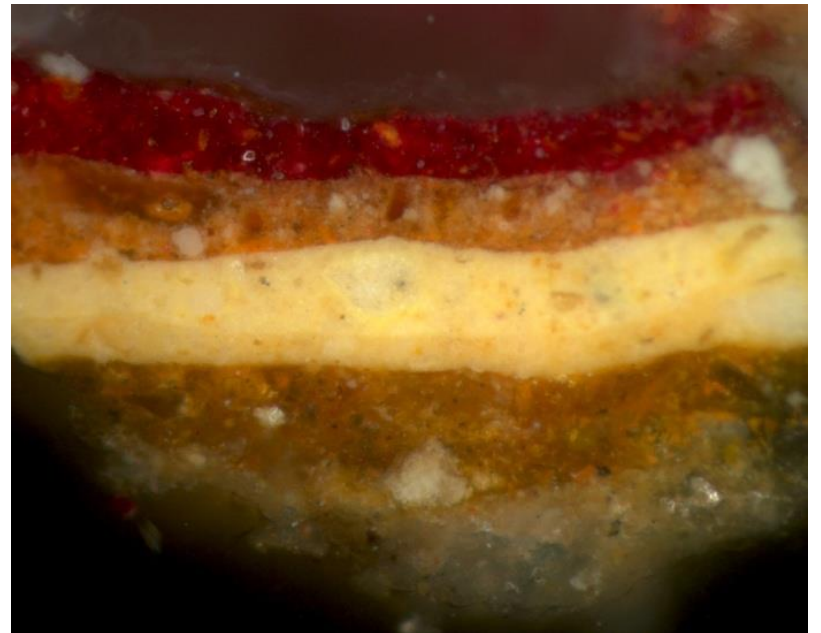
têxtil

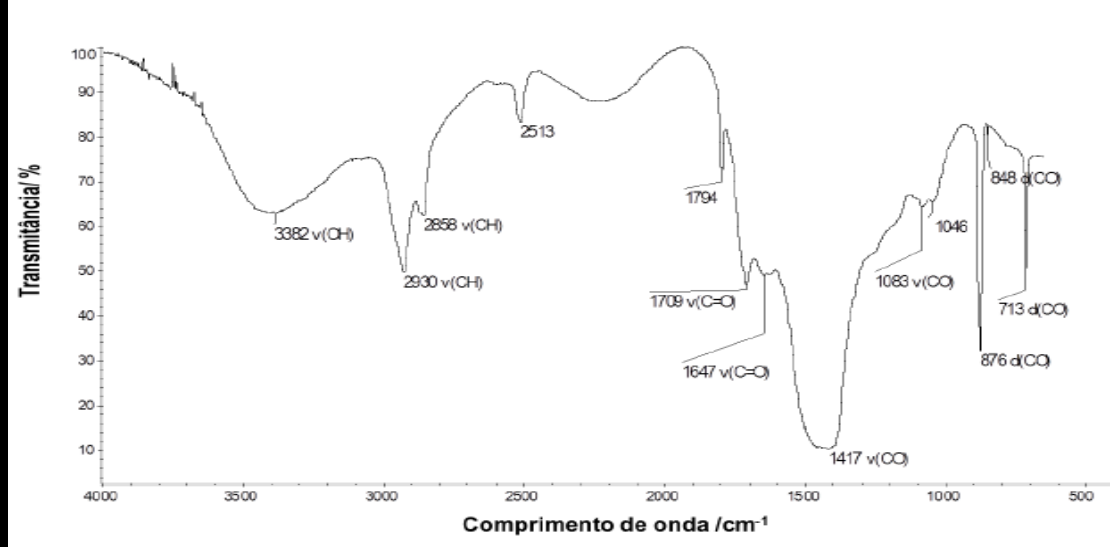
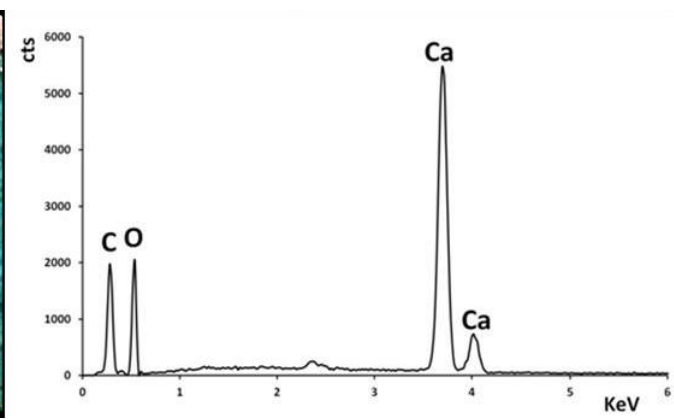
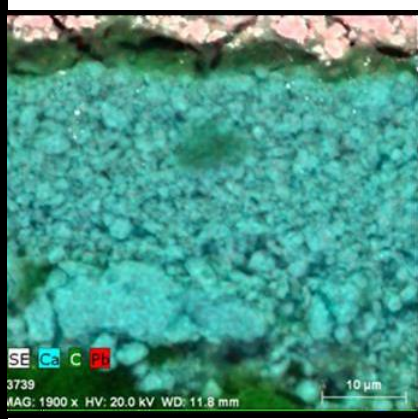
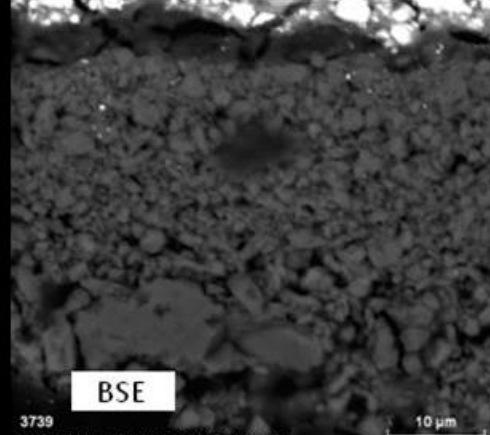
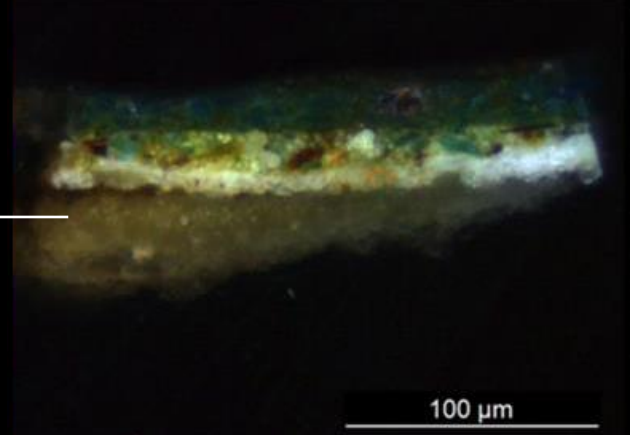


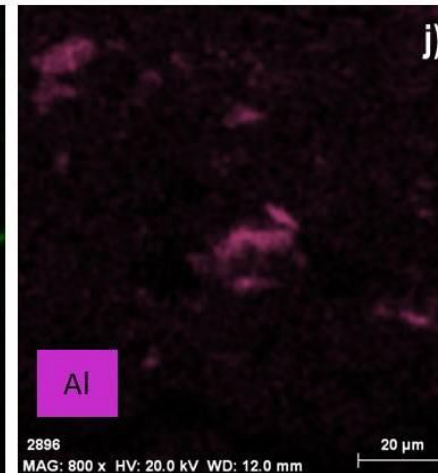
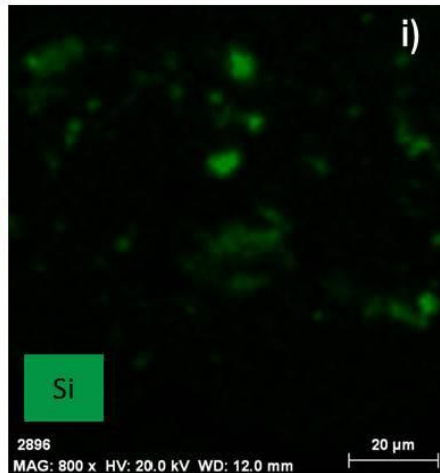
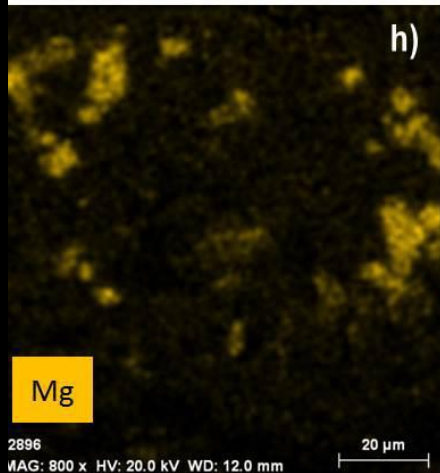
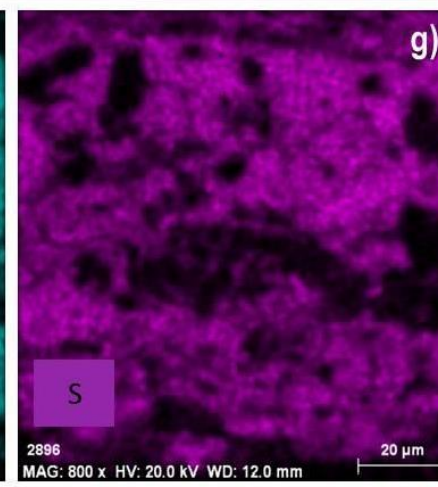
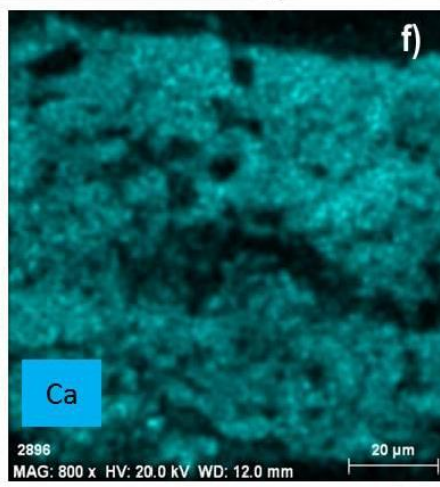
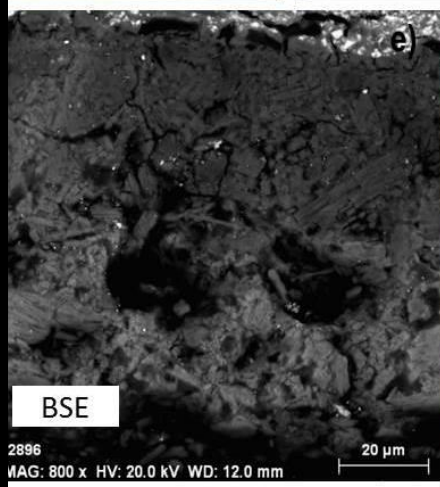
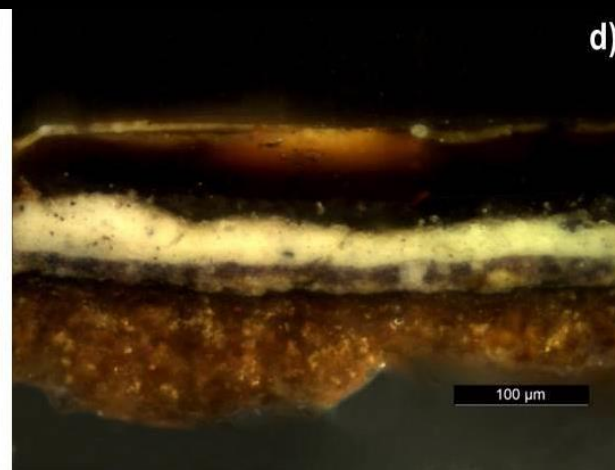
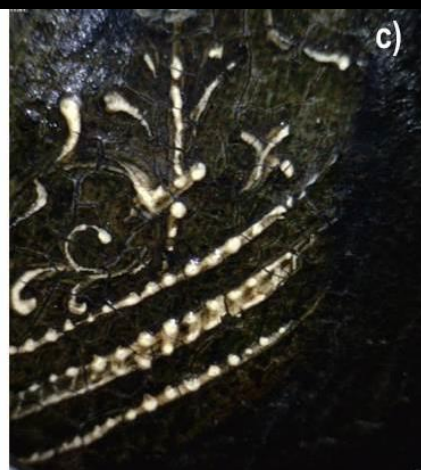
têxtil

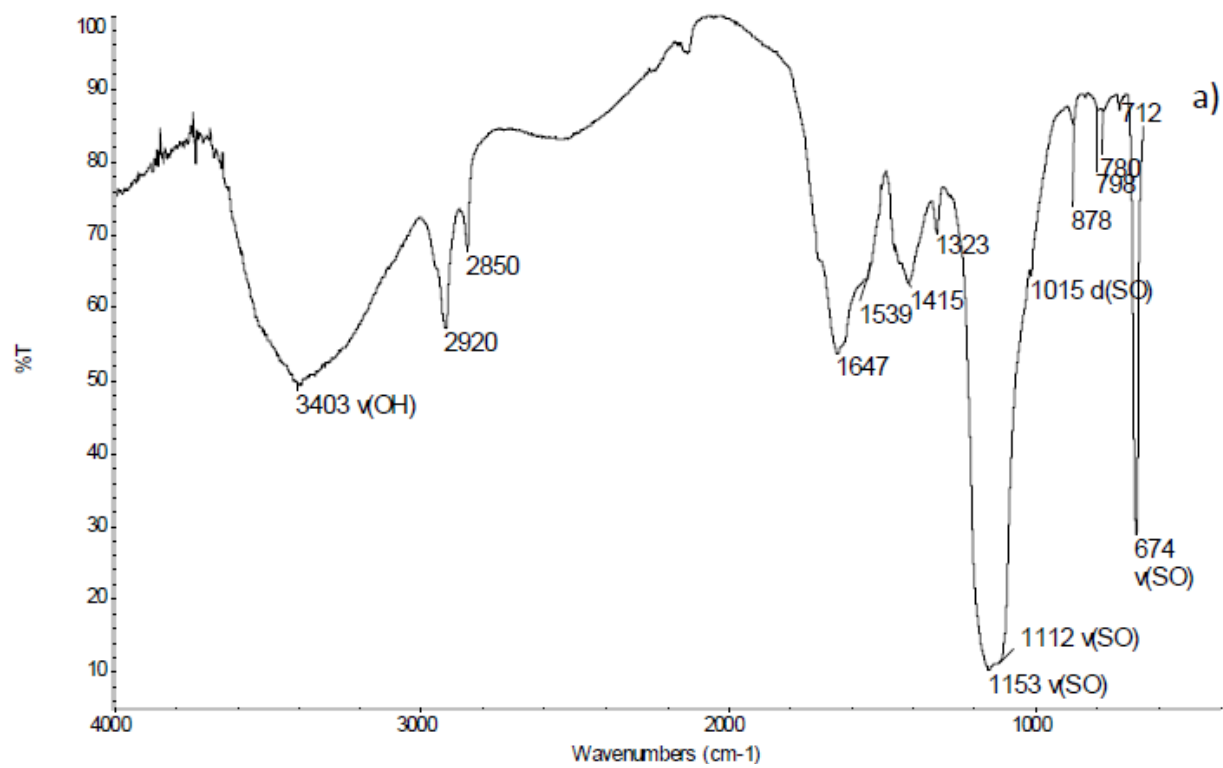
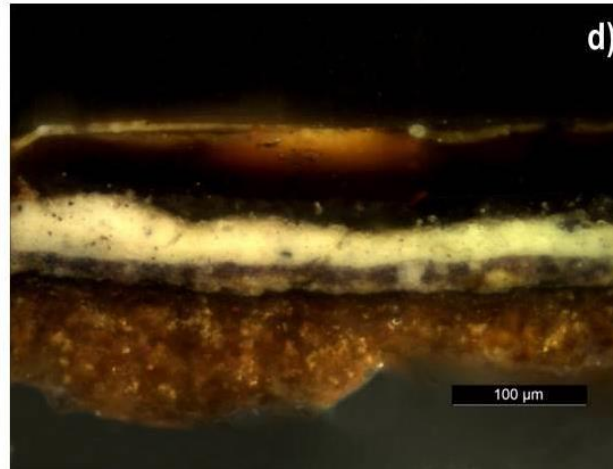
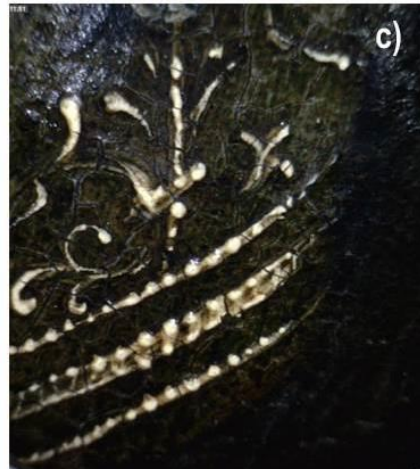


madeira



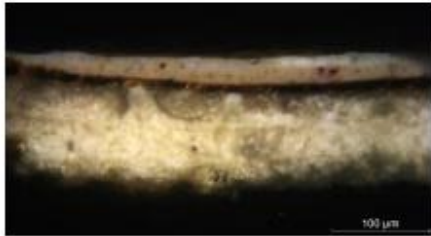






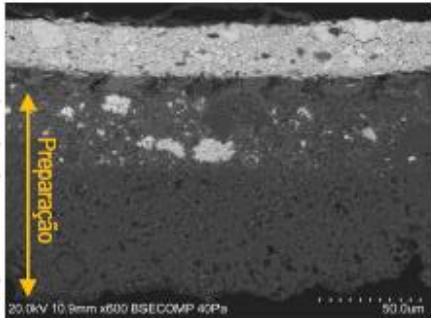
SE5 - Castanho luz,
veste de S.
Francisco

Microscopia
óptica



SEM-EDS (BSE)

Calcite + aragonite +
branco de chumbo
↑
Preparação
↓
> Calcite +
aragonite



SE7 - Carnação luz,
S. Francisco

Microscopia
óptica



SEM-EDS (BSE)

Preparação (estrato 2):
Calcite + aragonite +
branco de chumbo
↑
Preparação (estrato 1):
> Calcite + aragonite

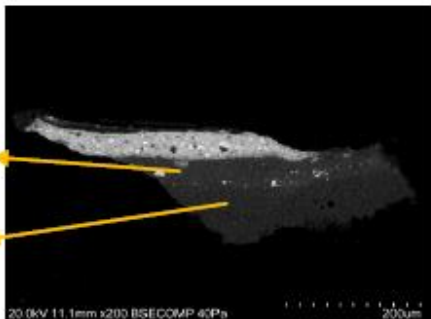
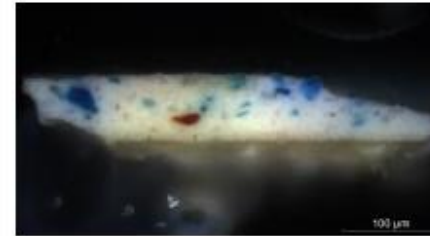


Figura 5.2-5 – S. Francisco recebendo os Estigmas: a) Mapeamento das intervenções (a vermelho zonas de lacuna detectadas através de RX, a azul áreas de intervenção e a roxo zonas de lacuna intervenionadas), b), c), d) e e) locais de amostragem e imagens em SEM em modo BSE com informações relativas aos resultados de M.O., μ -FTIR e SEM-EDS.

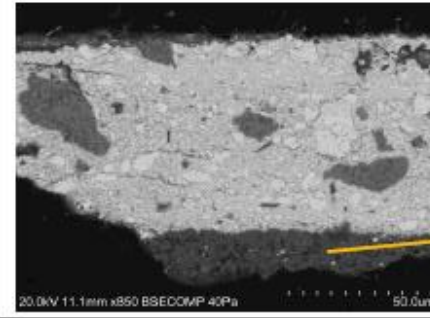
SE2 – Azul, céu

Microscopia
óptica



SEM-EDS (BSE)

Preparação (estrato 2):
> Calcite + aragonite +
vestígios de branco de
chumbo



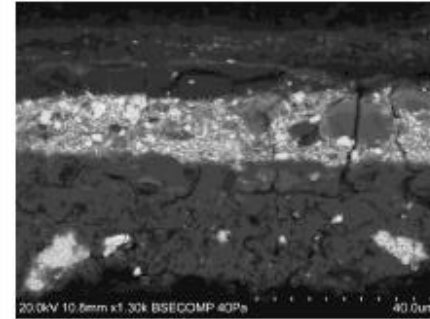
SE6 – Castanho
sombra, veste de S.
Francisco

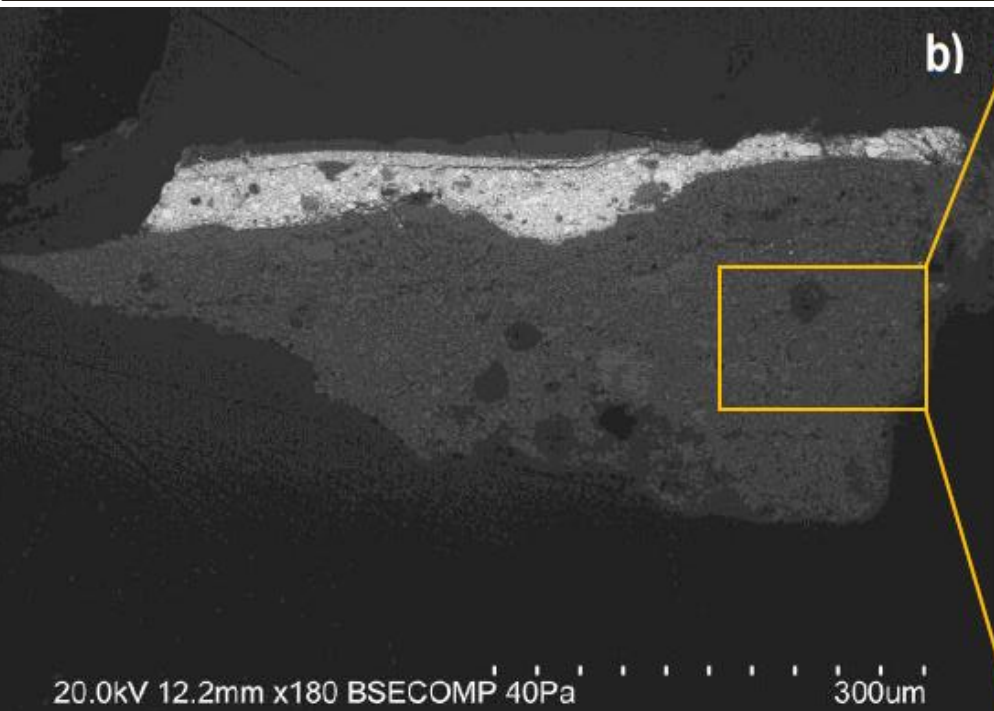
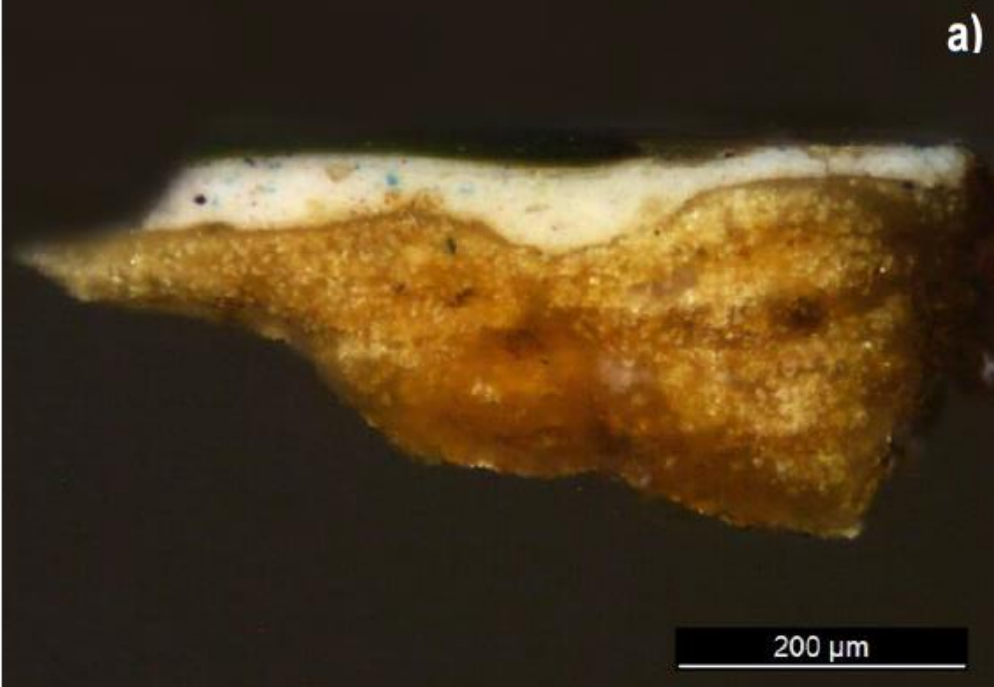
Microscopia óptica:
zona de intervenção
(sobre o original)

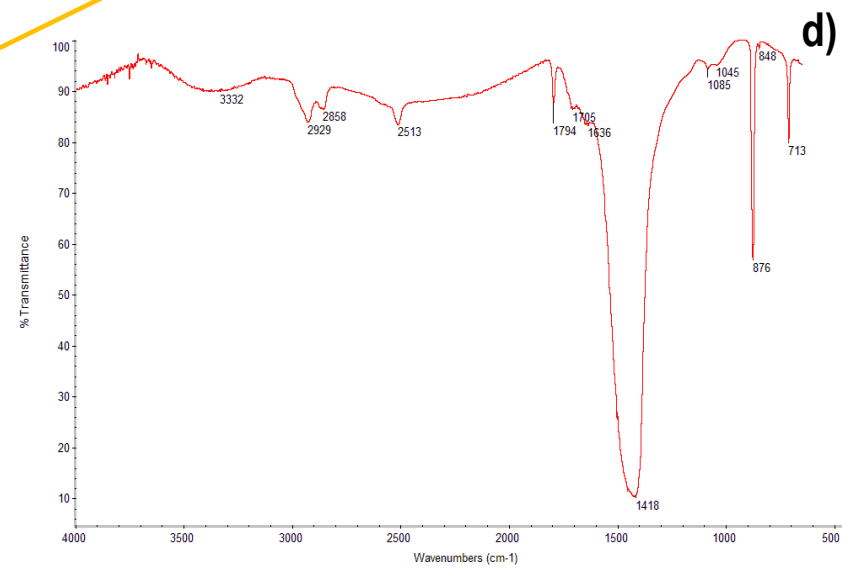
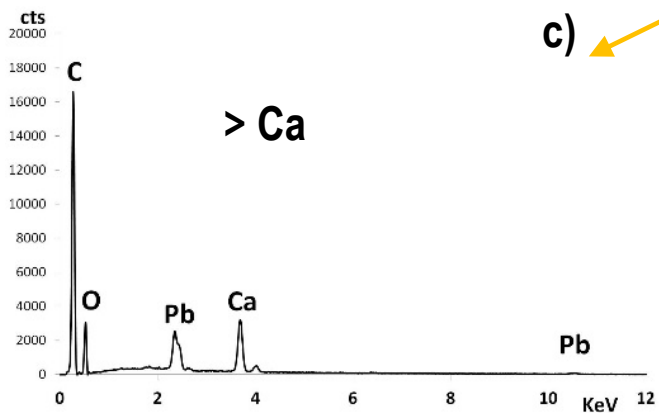
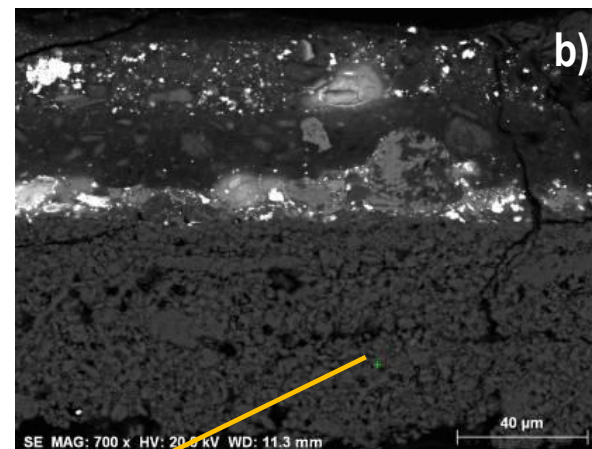
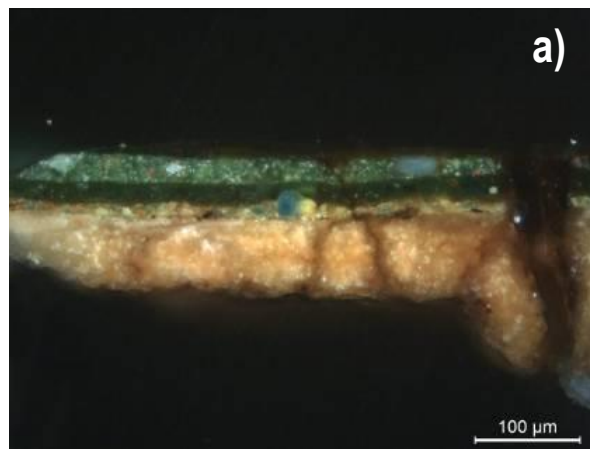


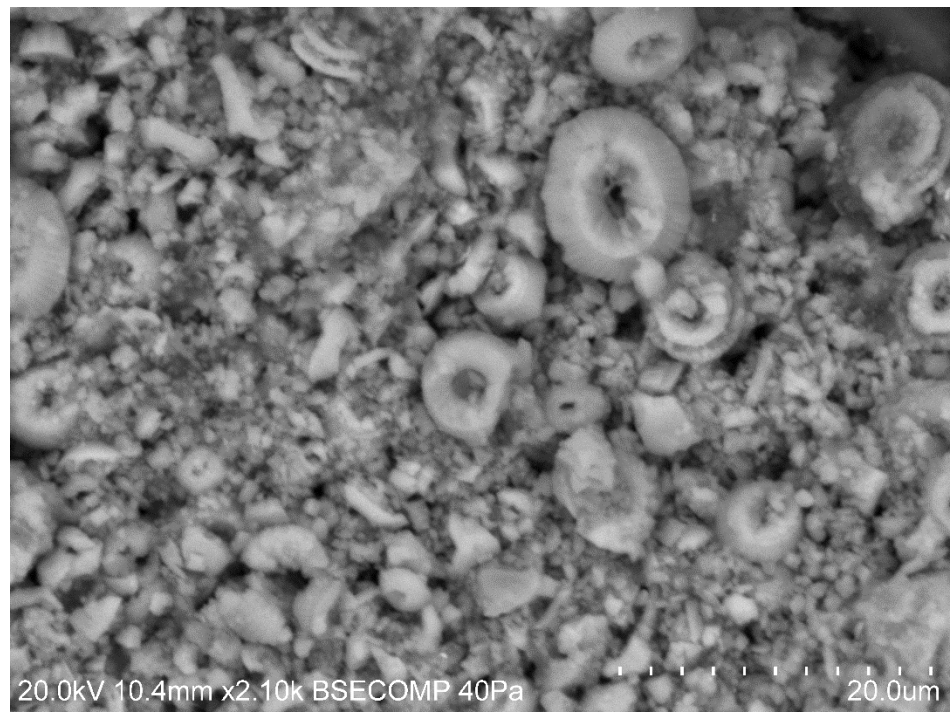
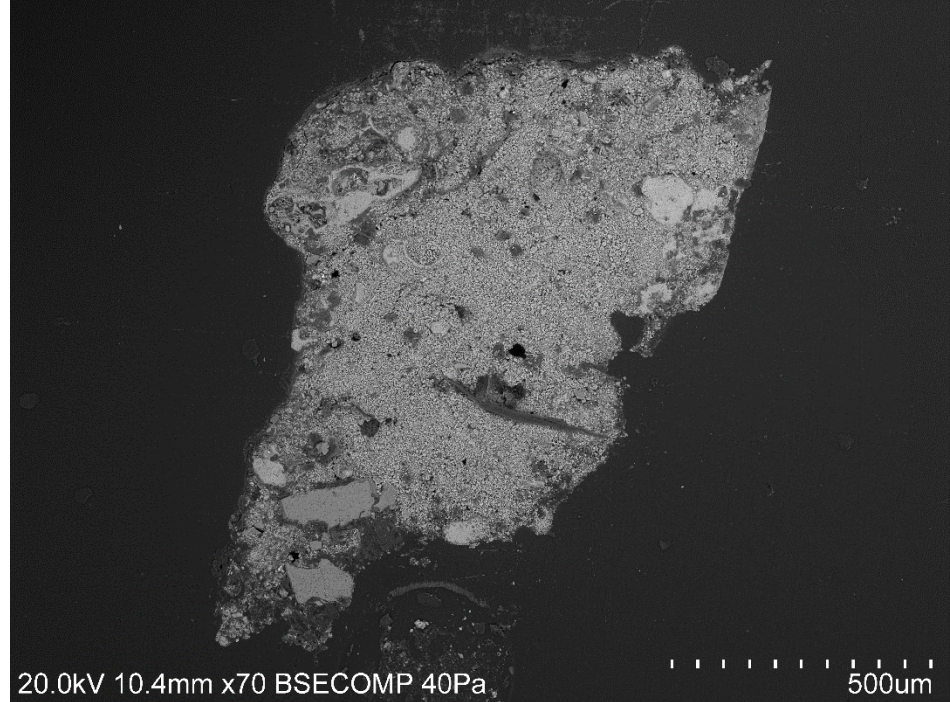
SEM-EDS (BSE)

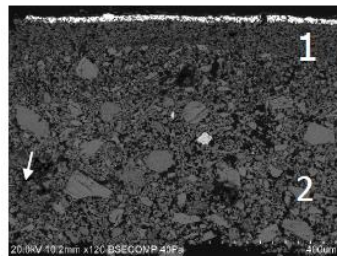
Preparação (estrato 2):
Calcite + aragonite +
branco de chumbo



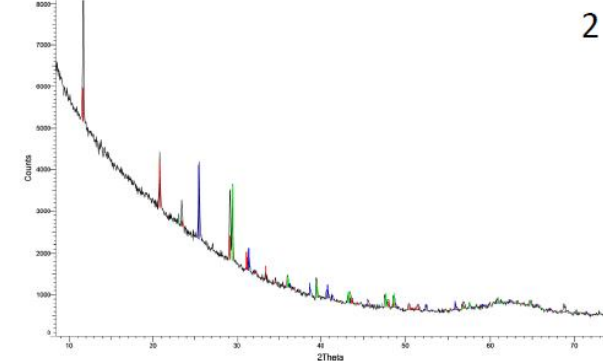
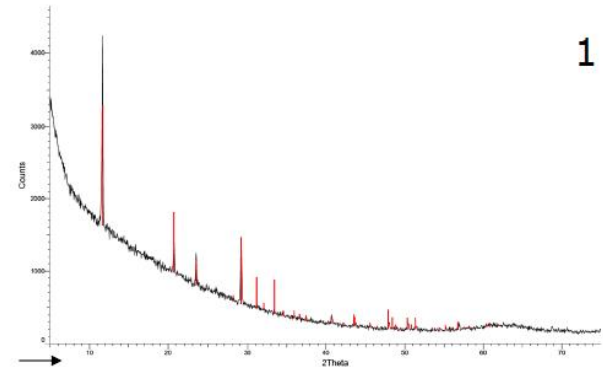
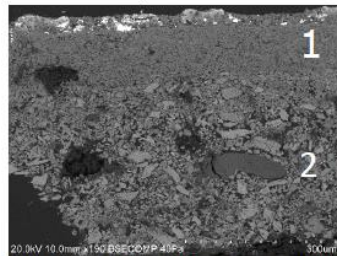








Figs. 18 - Backscattering electrons image from the black samples - x120 - 25 keV



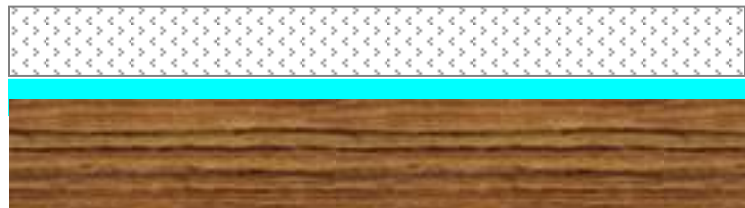
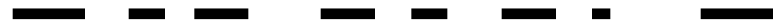
■ Gypsum ■ Anhydrite ■ Magnesium Calcite

Mosteiro de São Martinho de Tibães

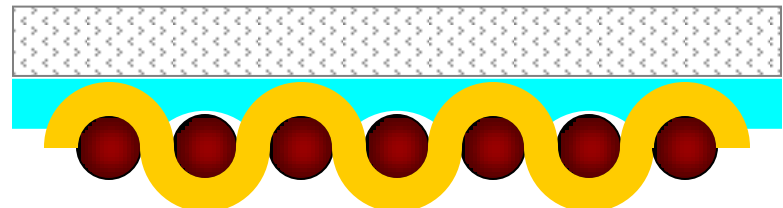
1785, organeiro D. Francisco António Solha



desenho
preparatório



madeira



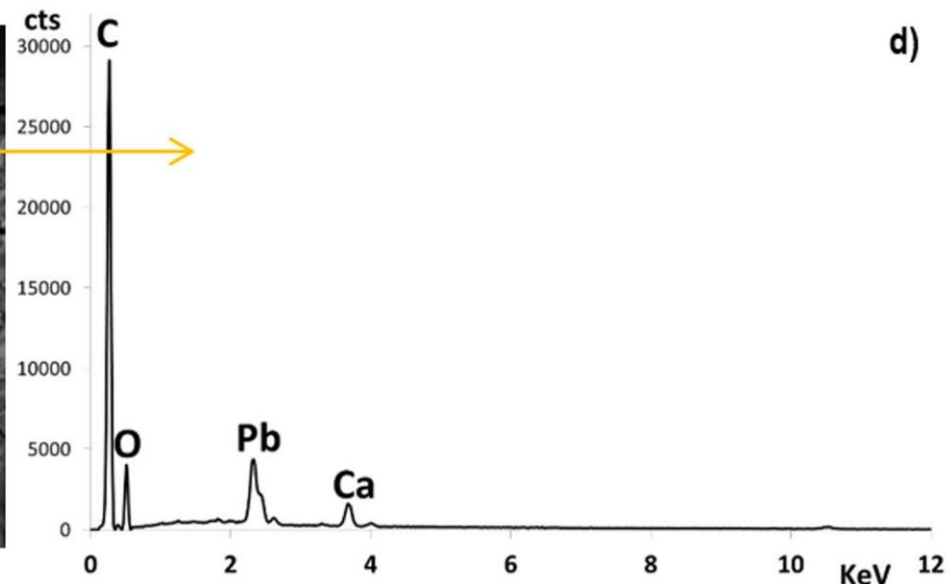
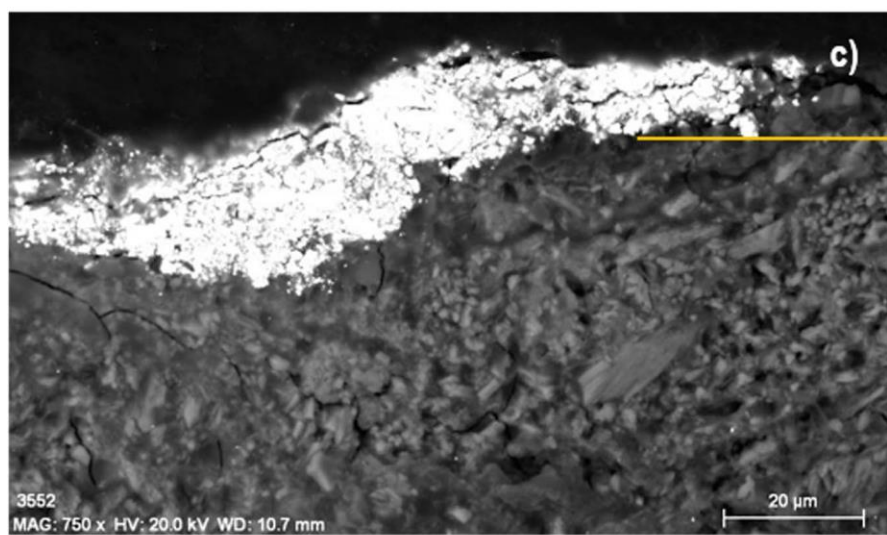
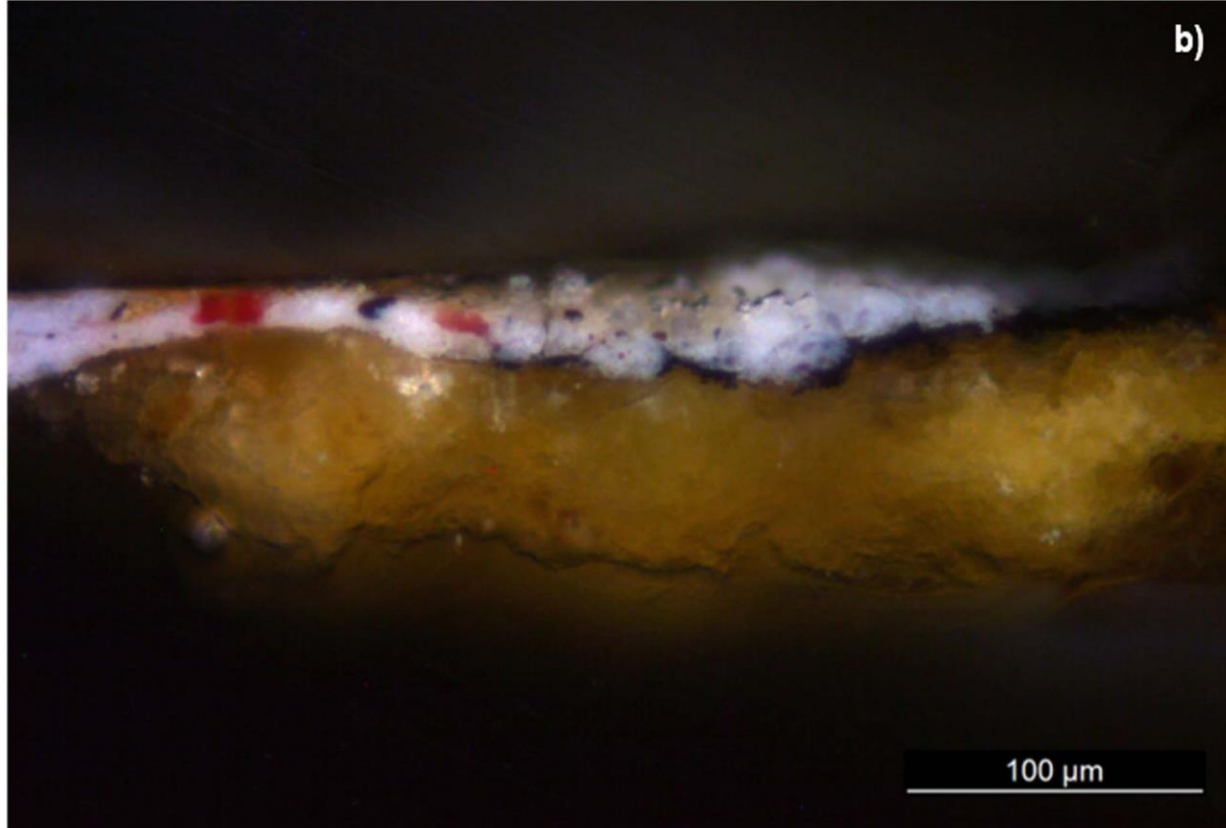
têxtil

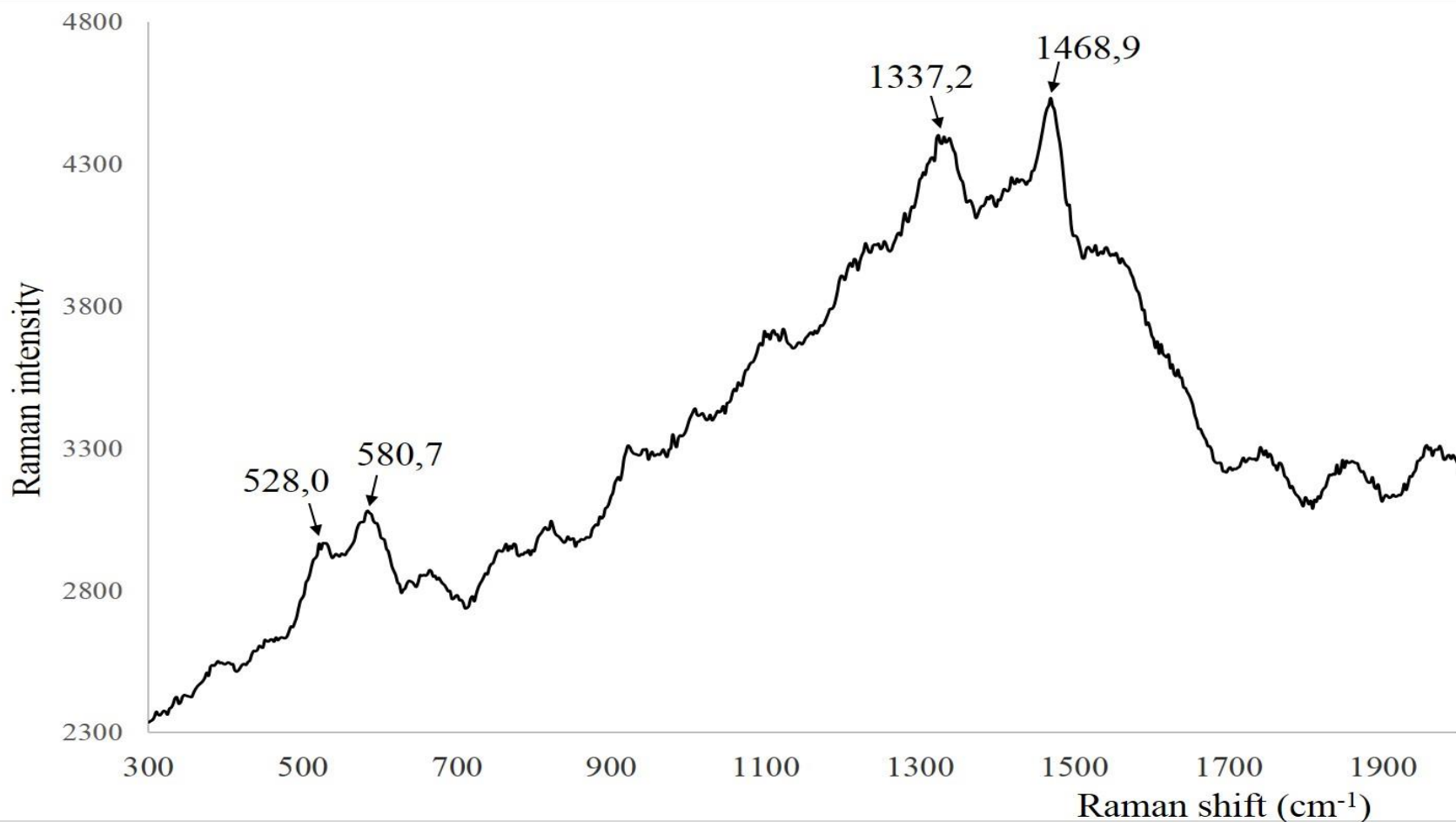
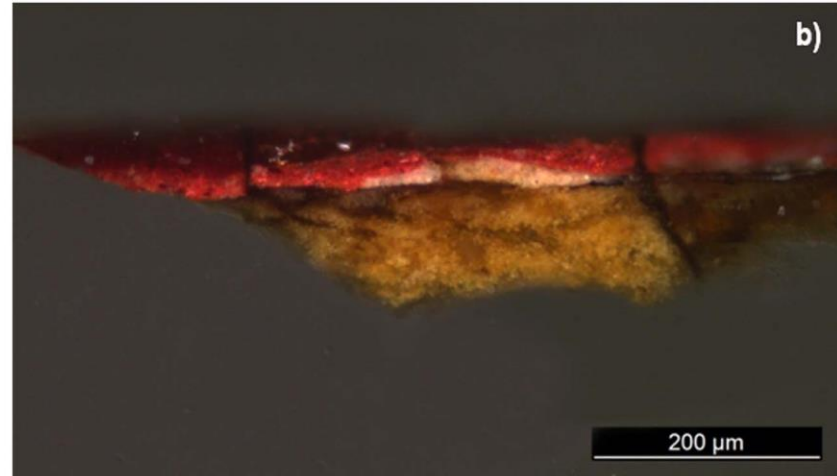


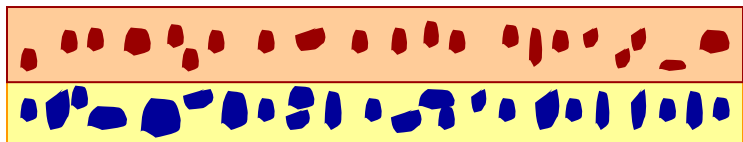




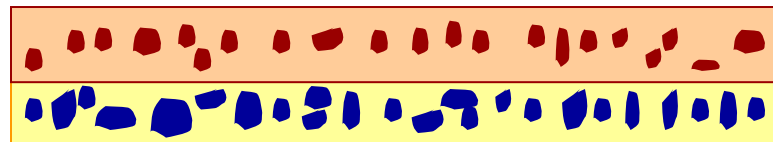




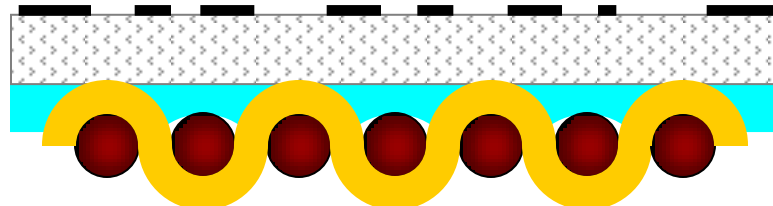




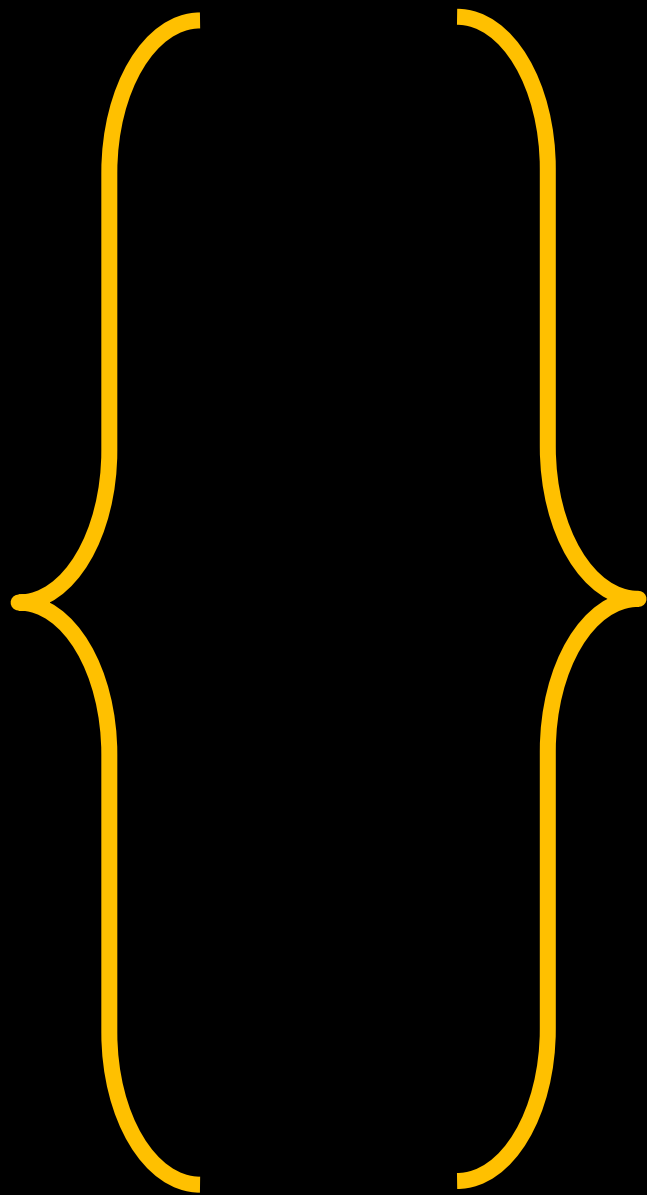
Camadas
pictóricas



madeira



têxtil



• Aragonite

fórmula química : CaCO_3

“Paraetonium é chamado assim devido ao lugar no Egito com o mesmo nome.....É também preparado na ilha de Creta e em Cyrenae.....A de melhor qualidade custa cinquenta dinares por 6 libras. É o mais untuoso de todos os pigmentos brancos, e, devido à sua impalpável finura, aquele que adere mais firmemente a uma superfície de estuque.”

Plínio

• Cré

fórmula química : CaCO_3

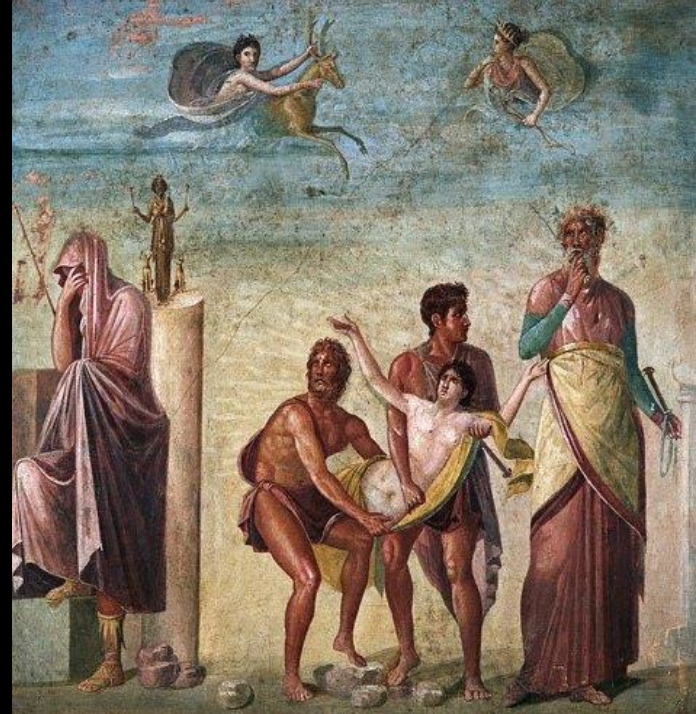
• Dolomite

fórmula química : $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

• Branco de chumbo

fórmula química : $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$

É um dos primeiros pigmentos sintéticos obtido por ataque do chumbo com vapores de ácido acético

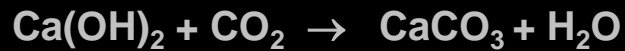


- **Cré** : CaCO_3



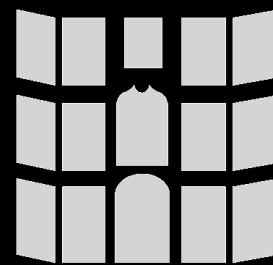
- **Branco de Sangiovanni**

preparado por exposição da cal ao ar



- **Branco de chumbo** : $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$

Sinónimos: **Alvaiade**
 Branco de prata
 Cremnitz white
 Flake White



Projecto de Conservação
**RETÁBULO
QUINHENTISTA**
Sé do Funchal

Junho 2011- Maio 2014



Projecto de Conservação
**RETÁBULO
QUINHENTISTA**
Sé do Funchal



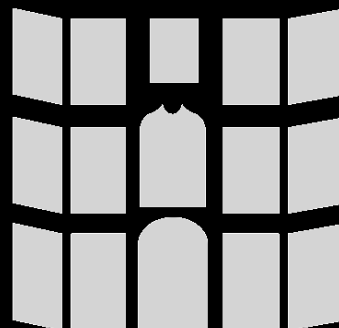
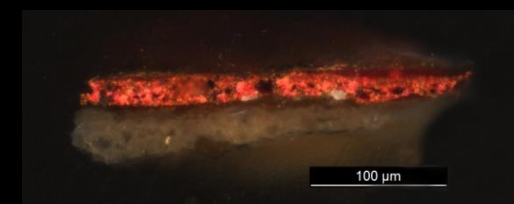
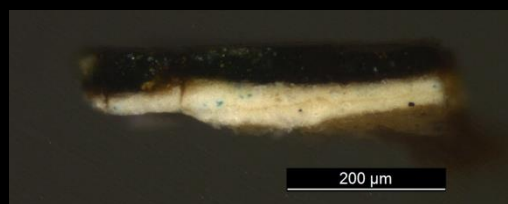
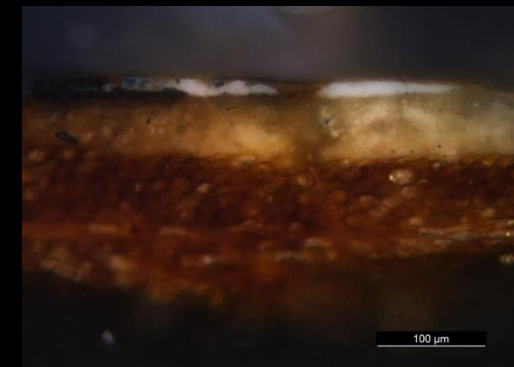
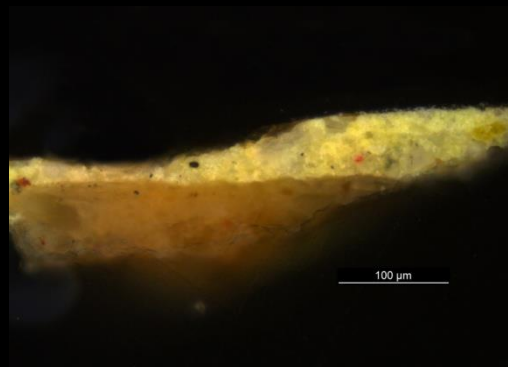
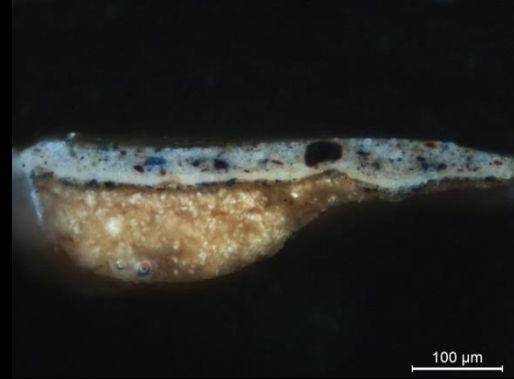
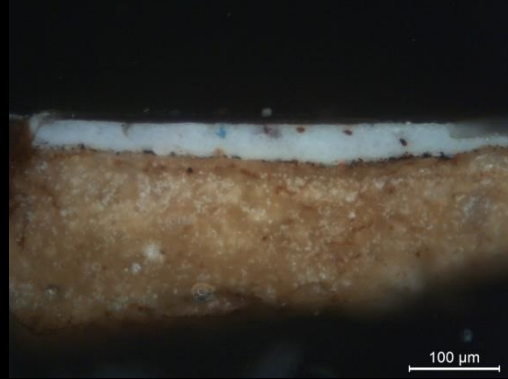


Projecto de Conservação
RETÁBULO
QUINHENTISTA
Sé do Funchal









Projecto de Conservação
RETÁBULO
QUINHENTISTA
Sé do Funchal

CHAROLA DO CONVENTO DE CRISTO

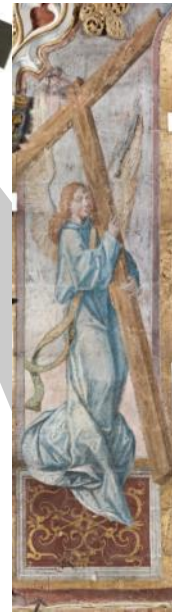
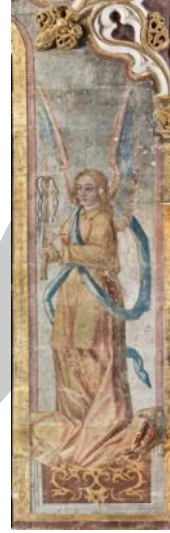
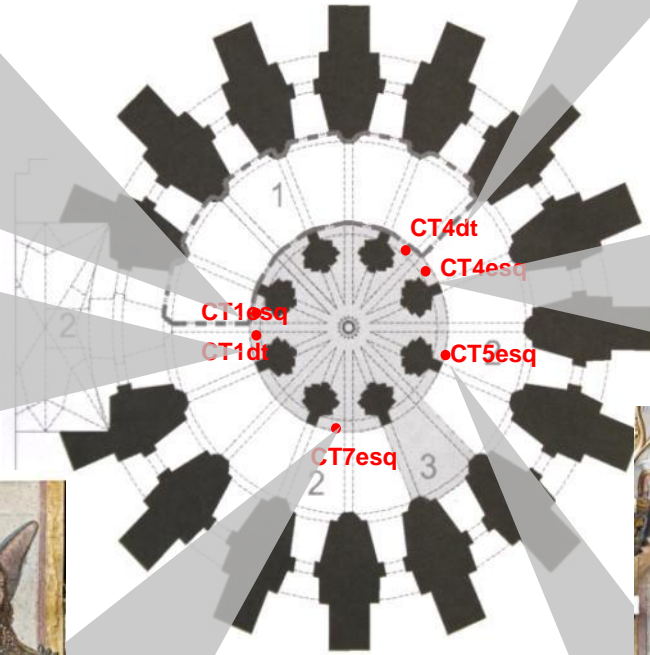
matéria e técnica das pinturas do tambor central: novas perspectivas

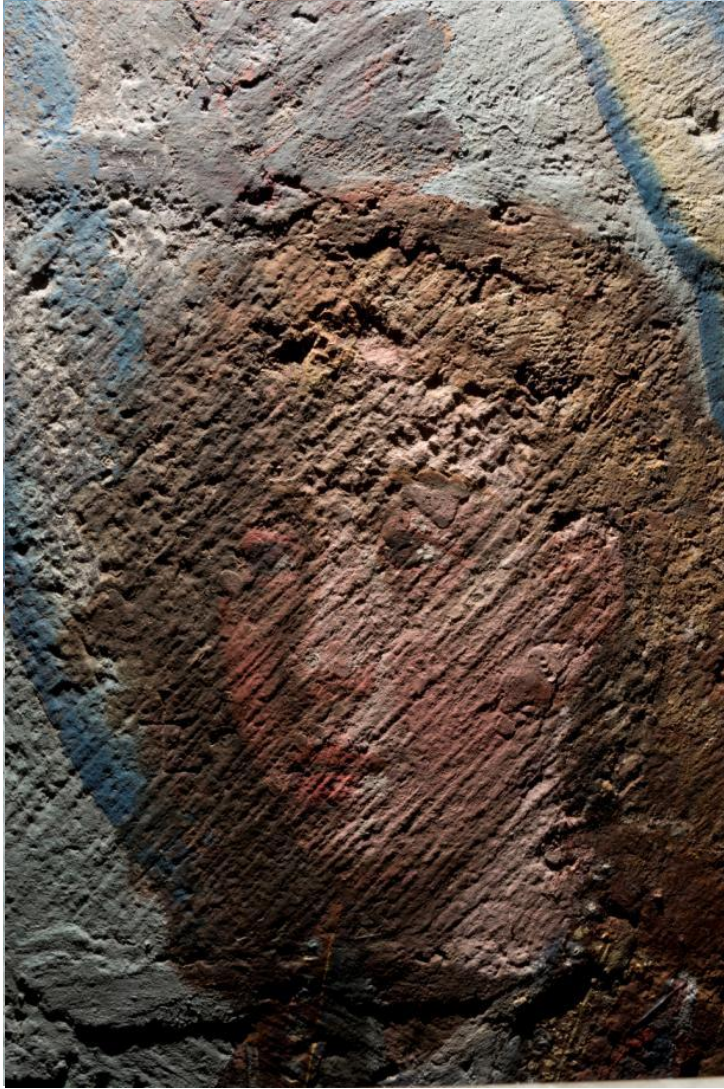


equipa

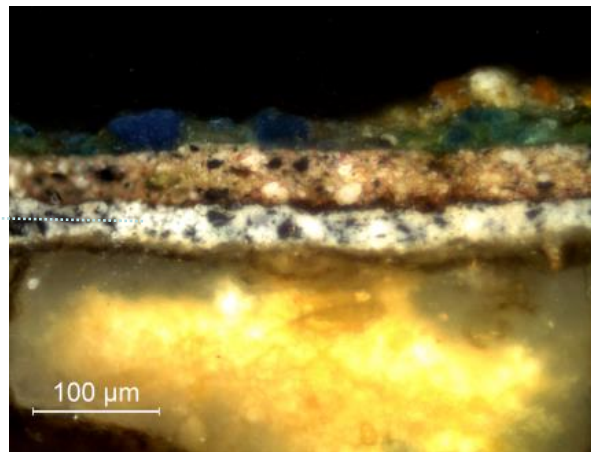
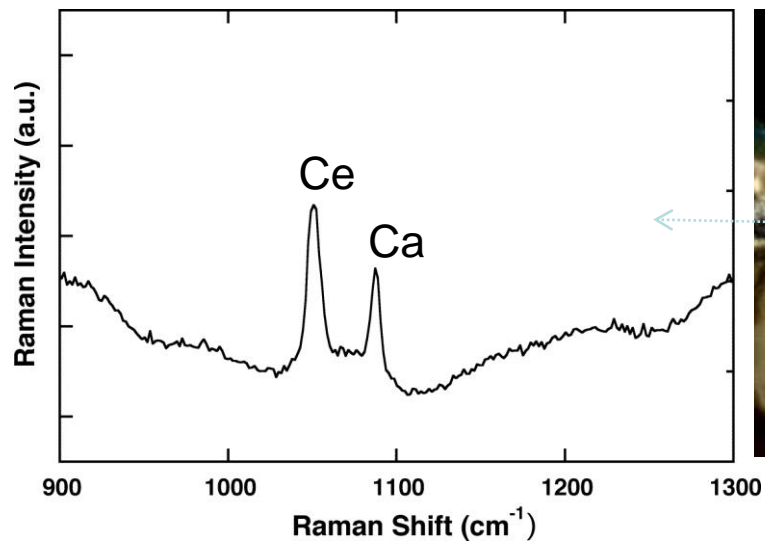
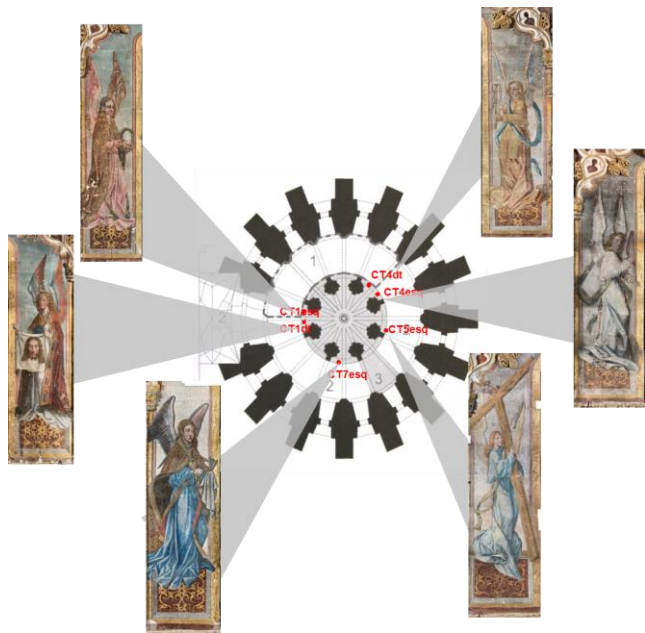
António Candeias
Milene Gil

Ana Cardoso
Ana Manhita
Catarina Miguel
José Artur Pestana
José Mirão
Luis Dias
Manuel Ribeiro
Nuno Proença









- cerussite
- calcite

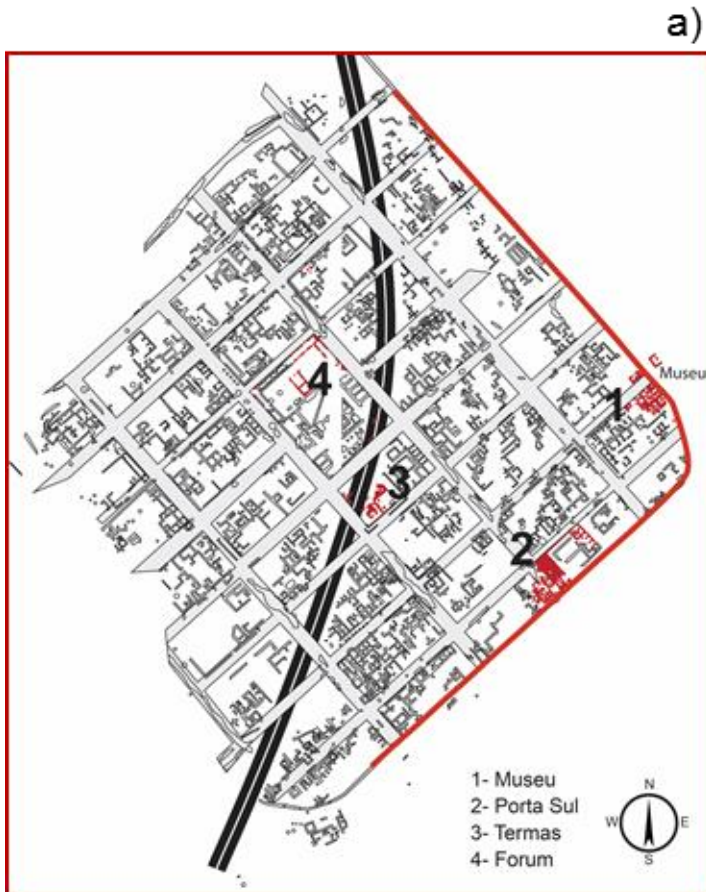
cal





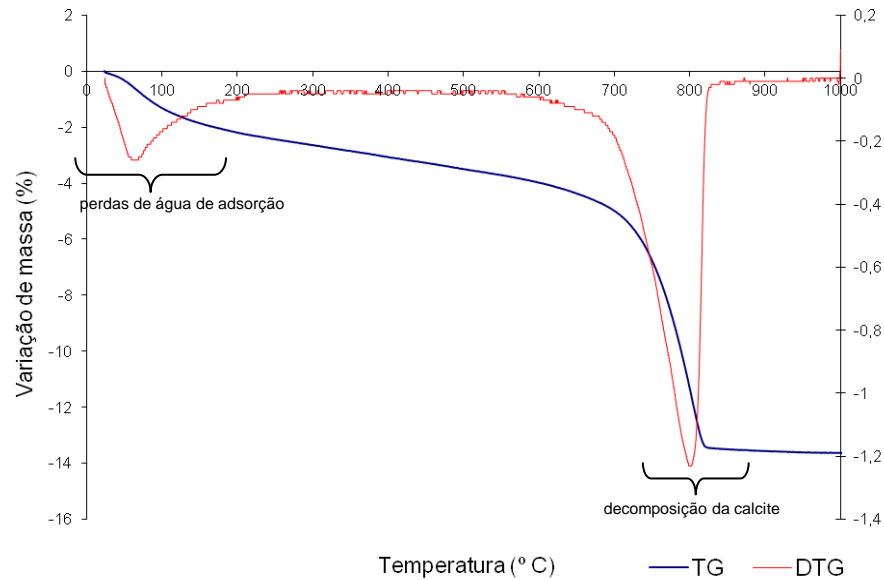
argamassas

Estudo de argamassas da Cidade romana de Ammaia



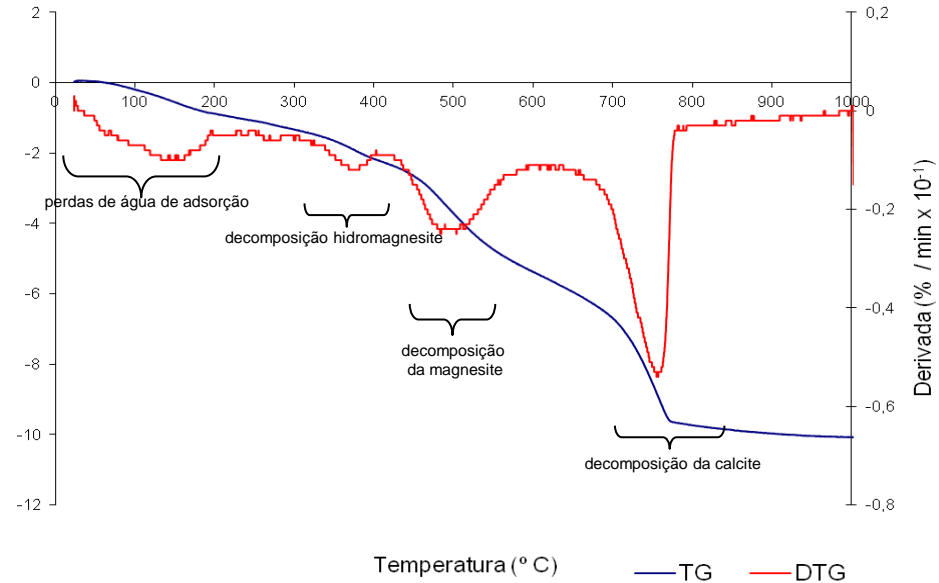
Estudo de argamassas da Cidade romana de Ammaia

TG/DTG - AM29



argamassa romana

TG/DTG - AM23



argamassa islâmica

Fornos de Cal da região de Marvão

Inês Cardoso • Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • ines@hercules.uevora.pt
 Joaquim Carvalho • Fundação Cidade de Ammaia • CIDEHUS, Universidade de Évora • jcarmaia@hotmail.com
 António Santos Silva • Laboratório Nacional de Engenharia Civil • ssilva@lnec.pt
 António Candeias • Laboratório HERCULES • Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora • candeias@uevora.pt
 José Mirão • Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • jmirao@uevora.pt

Introdução

No âmbito do estudo das argamassas da Cidade Romana de Ammaia (Marvão, Portalegre, Portugal), surgiram questões sobre a proveniência da cal calcária utilizada como ligante [Cardoso et al., 2014]. Procurando confrontar a composição daqueles ligantes com as litologias da região, procedeu-se a uma amostragem de rochas provenientes da unidade de calcários dolomíticos aflorante na região da Escusa, Olhos de Água e Porto da Espada (Figura 1). Durante esta tarefa, observaram-se vários fornos de cal desativados, tendo-se recolhido amostras de argamassas das alvenarias e de cal em alguns daqueles fornos (Figuras 2 a 4).



Figura 2. Forno de cal na Escusa.



Figura 3. Fornos de cal nos Olhos de Água.



Figura 4. Forno de cal no Porto da Espada.

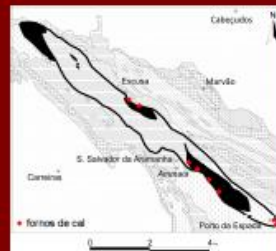


Figura 1. Esquema do mapa geológico da região, adaptado de Almeida et al. (2000).

Material	Proveniência (Identificação da amostra)
Rocha	Escusa (AT) Olhos de Água (P2, AG) Porto da Espada (AT)
Cal	Porto da Espada - Topo do forno de cal tradicional (AG) Escusa - Topo do forno de cal tradicional (AG)
Argamassa de assentamento	Olhos de Água - Parede lateral, em alvenaria de pedra do forno de cal (alvenaria XXV) (AG) Olhos de Água - Parede lateral, em alvenaria de tijolo do forno de cal (alvenaria XXV) (AG)

Quadro 1. Tipologia e proveniência das amostras em estudo.

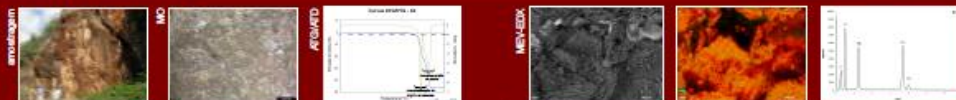


Metodologia

Para a caracterização química, mineralógica e microestrutural dos materiais amostrados (Quadro 1) recorreu-se a um conjunto de técnicas analíticas complementares, tais como, a microscopia ótica (MO), microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios-X dispersiva de energia acoplada (MEV-EDX), difração de raios-X (DRX) e análise térmica (AT) - análise termogravimétrica (ATG) e análise térmica diferencial (ATD).

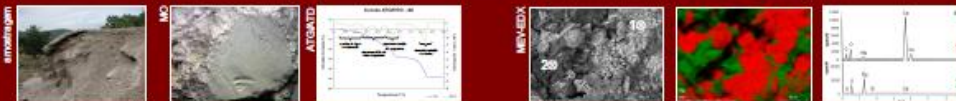
Resultados e discussão

rocha



Pela DRX, a dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, é o mineral mais abundante dos calcários. Estes resultados são corroborados pelas curvas ATG/ATD que revelam perdas de massa intensas atribuíveis à decomposição dos carbonatos de magnésio da dolomite (700-800 °C) e à descarboxilação da calcite (800-900 °C). Ao MEV/EDX, o cálcio surge coincidente e em quantidade próxima da do magnésio ($\text{Ca/Mg} = 1,44$, razão atómica), o que está de acordo com a composição da dolomite.

cal



Por MEV/EDX, verificou-se que o cálcio e o magnésio surgem separados, sugerindo a presença de calcite e magnesite, compostos que se formam no decurso do processo de carbonatação de uma cal produzida a partir de um calcário dolomítico. A presença de calcite foi confirmada por DRX e também pelas perdas de massa entre os 700-850 °C. Ainda se detetou hidromagnesite (perdas de massa entre os 200-450 °C) e, em menor quantidade, brucite (perdas de massa entre os 450-600 °C). [Adriano, et al., 2009].

argamassas



Nas argamassas de assentamento das alvenarias dos fornos de cal dos Olhos de Água, o cálcio e o magnésio surgem separados, e em quantidades proporcionais e correlacionáveis com a composição de um calcário dolomítico. O cálcio é correlacionável com a presença de calcite, identificada por DRX e confirmada pela perda de massa na gama entre 700-800 °C, enquanto o magnésio é correlacionável com a brucite, hidromagnesite e magnesite (perdas de massa entre 200-600 °C). Por DRX identificou-se ainda quartzo, mica (moscovite) e feldspato sódico (microclina), minerais correspondentes aos agregados.

Conclusão

Conforme esperado, a dolomite foi identificada como mineral predominante na composição das amostras das rochas carbonatadas. Tanto nas argamassas de assentamento como na cal dos fornos, a presença de cálcio e magnésio foi identificada por MEV-EDX e corroborada pela DRX e análise térmica. O presente estudo, não só permitiu ir ao encontro de exemplares de património industrial o qual urge ser preservado, estudado e divulgado, como contribuiu para clarificar a proveniência não local das matérias-primas utilizadas pelos Romanos nas argamassas da cidade de Ammaia.

Referências

Amálio, C., Mendonça, J. J. L., Jesus, M. R., Gomes, A. J. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal Continental: Escusa (AG), Olhos de Água.
 Cardoso, I., Macedo, M. F., Vermeulen, F., Corti, C., Silva, A. S., Rosado, L., Candeias, A., Mirão, J. (2014). A Multidisciplinary Approach to the Study of Archaeological Mortars from the Town of Ammaia in the Roman Province of Lusitania (Portugal). Archaeometry, 56, 1-24.
 Adriano, P., Santos Silva, A., Veiga, R., Mirão, J., Candeias, A. E. (2009). Microscopic characterization of old mortars from the Santa Maria Church in Évora. Materials Characterization, 60, 610-620.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Potencial Humano - COMPETE e por Fundos nacionais através de FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/RI8-ARQ/180227/2008 (ref. FCOMP-01-0134-FEDER-010460). Os autores agradecem ainda à União Europeia pelo financiamento do Projeto Radio-Rad (People - Marie Curie Action) e à Fundação Cidade de Ammaia. Os autores agradecem ainda à Doutora Patrícia Mota e à Sónia Vêco pelo contributo na preparação das amostras, Inês Coimbra, a D. Inês Cecília pela revisão do texto.



V Jornadas FICAL
 Fórum Ibérico da Cal

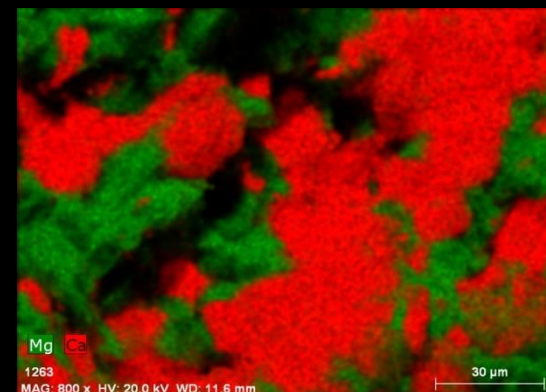
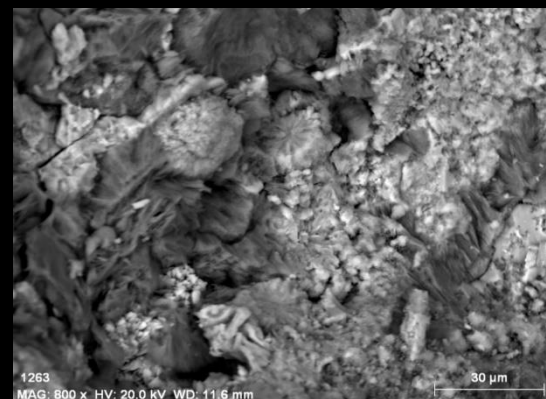
Portugal | Lisboa | LNEC | 23-25 Maio | 2016



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



FICAL Fórum Ibérico de la Cal



Projeto de Conservação e Restauro das Ruínas Romanas de Ammaia

Testes preliminares de argamassas à base de cal

1º Dulce Osório • Fundação para a Ciência e Tecnologia • dulcemariaosorio74@gmail.com
 2º Inês Cardoso • Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • ineslemoscardoso@gmail.com
 3º António Candeias • Laboratório HERCULES • Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora • candeias@uevora.pt

Introdução

No âmbito do Projeto Ammaia (PTDC/HIS/ARQ 103227/2008, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia), numa parceria com o Laboratório HERCULES da Universidade de Évora, foi realizado o estudo analítico das argamassas de assentamento, das ruínas da Cidade Romana de Ammaia, o que permitiu identificar os seus materiais constituintes [Cardoso, 2011]. Neste percurso foi efetuado o Projeto de Conservação e Restauro que proporcionou a realização da análise do estado de conservação, das principais estruturas arqueológicas da Ammaia da Porta sul, Termas e Fórum [Osório, 2013]. Os testes preliminares de argamassas de substituição à base de cal foram realizados com base nos resultados analíticos e no sentido de apoiar a decisão sobre os materiais a utilizar na intervenção de conservação e restauro da ruínas arqueológicas da Ammaia.



Metodologia

Os testes de argamassas foram realizados de acordo com os seguintes parâmetros: compatibilidade estética e funcional com as argamassas originais, boa resistência física e química, bom comportamento mecânico e boa aderência ao suporte, traço e textura com granulometrias adequadas, boa plasticidade a fim de garantir a durabilidade das estruturas e argamassas [Veiga, 2003]. Os testes foram efetuados com cal aérea e cal aérea aditivada com secante pozolânico (Figura 1), cujas proporções se apresentam no Quadro nº1. Os testes foram aplicados em painéis experimentais no Laboratório de Conservação e Restauro da Fundação Cidade de Ammaia (Figura 2) e numa parede exterior às ruínas arqueológicas, mas com características semelhantes a estas últimas (Figura 3).

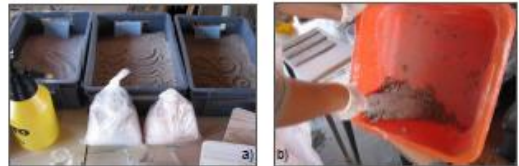


Figura 1. a) Preparação das argamassas para a realização dos testes; b) processo de amassadura.



Figura 2. Aplicação das argamassas de substituição nos painéis experimentais. (Legenda: RJ: refecimento de juntas)

Teste	cal	Areia do rio + clara	Areia do rio + escura	Areia do rio granulometria + grossa	Areia amarela	PÓ de pedra (granito)	Secante pozolânico
RJ01 1:4	1	1	1	1	1		
RJ02 1:4	1	1	1	1	1		5% (peso da argamassa)
RJ03 1:4	1	1	1	1	1	1	
RJ04	1	1	1	1	1	1	
RJ05	1	1	1	1	1	1	5% (peso da argamassa)

Quadro nº1. Traço das argamassas testadas. (legenda: RJ-refecimento de juntas)

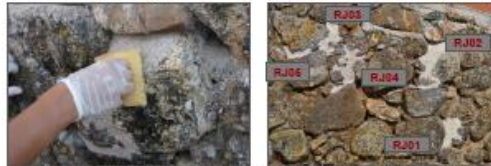


Figura 3. Aplicação das argamassas de substituição numa parede exterior às ruínas com características semelhantes.



Resultados e discussão

Painel experimental
 Os testes RG04 e RG05 registaram algumas alterações ao nível da coesão. Os testes RJ01 e RJ02 revelaram-se mais compatíveis ao nível da cor e da granulometria, com as argamassas originais. Os testes RJ03 RG04 e RG05 apresentam uma cor mais fria e pouco compatível com as argamassas pré-existentis.

Parede exterior
 A RJ05 apresenta pequenas fissuras e a RJ04 observa-se falta de coesão. A RJ02 apresentou um bom desempenho, esteticamente é bastante compatível com as argamassas originais. Os testes RJ03 e RJ04 apresentam uma cor cinza, idêntica à RJ05 que revelam um tom mais frio. A RJ01 apresenta cor e textura bastante idêntica à RJ02, e um bom comportamento mecânico.

Conclusão

A RJ02 revela as características mais compatíveis, respondendo de forma mais eficaz aos critérios inicialmente estabelecidos com as argamassas das estruturas arqueológicas da Cidade Romana de Ammaia. A futura intervenção deve estar de acordo com o Projeto de Conservação e Restauro e de acordo com as diretrizes indicadas nos testes preliminares das argamassas à base de cal.

Referências

Cardoso, I. (2011). *Cidade Romana de Ammaia: Estudo das Argamassas*. Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro, Departamento de Conservação e Restauro, Faculdades de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
 Coni, C., Vermeulen, F. (2012). *Annois a Roman Town in Lusitania - Uma cidade Romana na Lusitânia (Radio-Past Project)*, Ghent Academic Press.
 Henriques, F., Rodrigues, J., Barros, L., Proença, N. (2005). *Materiais Pétreos e Similares, Terminologia das formas de alteração e degradação*. LNEC.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade - COMPETE e por fundos Nacionais através de FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/HIS/ARQ/103227/2008 (ref. FCOMP-01-014-FEDER-010480). Os autores agradecem ainda à União Europeia pelo financiamento do Projeto Radio-Past (People - Marie Curie Actions) e à Fundação Cidade de Ammaia.



Projeto de Conservação e Restauro das Ruínas Romanas de Ammaia

Testes preliminares de argamassas à base de cal

1º **Dulce Osório** - Fundação Cidade de Ammaia - Fundação para a Ciência e Tecnologia - dulcemariaosorio74@gmail.com
 2º **Inês Cardoso** - Laboratório HERCULES, Universidade de Évora - ineslemoscardoso@gmail.com
 3º **António Candeias** - Laboratório HERCULES - Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora - candeias@uevora.pt

Introdução

No âmbito do Projeto Ammaia (PTDC/HIS/ARQ 103227/2008, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia), numa parceria com o Laboratório HERCULES da Universidade de Évora, foi realizado o estudo analítico das argamassas de assentamento, das ruínas da Cidade Romana de Ammaia, o que permitiu identificar os seus materiais constituintes [Cardoso, 2011]. Neste percurso foi efetuado o Projeto de Conservação e Restauro que proporcionou a realização da análise do estado de conservação, das principais estruturas arqueológicas da Ammaia da Porta sul, Termas e Fórum [Osório, 2013]. Os testes preliminares de argamassas de substituição à base de cal foram realizados com base nos resultados analíticos e no sentido de apoiar a decisão sobre os materiais a utilizar na intervenção de conservação e restauro da ruínas arqueológicas da Ammaia.



Metodologia

Os testes de argamassas foram realizados de acordo com os seguintes parâmetros: compatibilidade estética e funcional com as argamassas originais, boa resistência física e química, bom comportamento mecânico e boa aderência ao suporte, traço e textura com granulometrias adequadas, boa plasticidade a fim de garantir a durabilidade das estruturas e argamassas [Veiga, 2003]. Os testes foram efetuados com cal aérea e cal aérea aditivada com secante pozolânico (Figura 1), cujas proporções se apresentam no Quadro nº1. Os testes foram aplicados em painéis experimentais no Laboratório de Conservação e Restauro da Fundação Cidade de Ammaia (Figura 2) e numa parede exterior às ruínas arqueológicas, mas com características semelhantes a estas últimas (Figura 3).

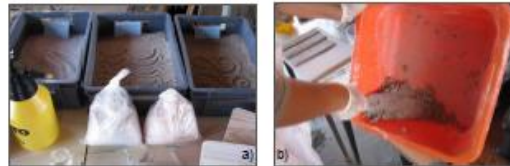


Figura 1. a) Preparação das argamassas para a realização dos testes; b) processo de amassadura.



Figura 2. Aplicação das argamassas de substituição nos painéis experimentais. (Legenda: RJ: refechamento de juntas)

Teste	cal	Areia do rio + clara	Areia do rio + escura	Areia do rio granulometria + grossa	Areia amarela	PÓ de pedra (granito)	Secante pozolânico
RJ01 1-4	1	1	1	1	1		
RJ02 1-4	1	1	1	1	1		5% (peso da argamassa)
RJ03 1-4	1	1	1	1	1	1	
RJ04 1-4	1	1	1	1	1	1	
RJ05 1-4	1	1	1	1	1	1	5% (peso da argamassa)

Quadro nº1. Traço das argamassas testadas. (legenda: RJ- refechamento de juntas)



Figura 3. Aplicação das argamassas de substituição numa parede exterior às ruínas com características semelhantes.



Resultados e discussão

Painel experimental
 Os testes RG04 e RG05 registaram algumas alterações ao nível da coesão. Os testes RJ01 e RJ02 revelaram-se mais compatíveis ao nível da cor e da granulometria, com as argamassas originais. Os testes RJ03 RG04 e RG05 apresentam uma cor mais fria e pouco compatível com as argamassas pré-existentes.

Parede exterior
 A RJ05 apresenta pequenas fissuras e a RJ04 observa-se falta de coesão. A RJ02 apresentou um bom desempenho, esteticamente é bastante compatível com as argamassas originais. Os testes RJ03 e RJ04 apresentam uma cor cinza, idêntica à RJ05 que revelam um tom mais frio. A RJ01 apresenta cor e textura bastante idêntica à RJ02, e um bom comportamento mecânico.

Conclusão

A RJ02 revela as características mais compatíveis, respondendo de forma mais eficaz aos critérios inicialmente estabelecidos com as argamassas das estruturas arqueológicas da Cidade Romana de Ammaia. A futura intervenção deve estar de acordo com o Projeto de Conservação e Restauro e de acordo com as diretrizes indicadas nos testes preliminares das argamassas à base de cal.

Referências

Cardoso, I. (2011). *Cidade Romana de Ammaia: Estudo das Argamassas*. Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro, Departamento de Conservação e Restauro, Faculdades de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
 Coni, C., Vermeulen, F. (2012). *Annois a Roman Town in Lusitania - Uma cidade Romana na Lusitânia (Radio-Past Project)*, Ghent Academia Press.
 Henriques, F., Rodrigues, J., Barros, L., Proença, N. (2005). *Materiais Pétreos e Similares, Terminologia das formas de alteração e degradação*. LNEC.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por Fundação FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade - COMPETE e por Fundação Nacional através de FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/HIS/ARQ/103227/2008 (ref. FCOMP-01-014-FEDER-0101480). Os autores agradecem ainda à União Europeia pelo financiamento do Projeto Radio-Past (People - Marie Curie Action) e à Fundação Cidade de Ammaia.



Cidade Romana de Ammaia: caracterização de fragmentos de revestimentos pintados

Inês Cardoso · Laboratório HERCULES, Universidade de Évora · ineslemcardoso@gmail.com
2º Dulce Osório · Fundação Cidade de Ammaia · Fundação para a Ciência e Tecnologia · dulcemariosorio74@gmail.com
3º Joaquim Carvalho · Fundação Cidade de Ammaia · CIDEHUS, Universidade de Évora · jcarvalho@hotmail.com
4º António Candeias · Laboratório HERCULES · Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora · candeias@uevora.pt
5º José Mirão · Laboratório HERCULES, Universidade de Évora · jmirao@uevora.pt

Introdução

Os resultados do estudo das argamassas de assentamento dos edifícios públicos da cidade Romana de Ammaia (Figura 1) revelaram-se inesperados pela composição calcítica dos ligantes divergir dos calcários dolomíticos da Escusa aflorantes na vizinhança de Ammaia [Cardoso, 2014] e também por se considerar o período da ocupação Romana como o início da sua exploração e transformação dos calcários para o fabrico de cal [Oliveira, 2005]. Dado que, durante as escavações arqueológicas realizadas em diferentes núcleos – Porta Sul, Termas e Fórum (Figuras 2 a 4) - também se encontraram fragmentos de revestimentos (Figuras 5 a 7), estendeu-se o estudo a alguns destes encontrados na zona do pórtico do Fórum e das Termas, durante as escavações iniciadas em 1995, procurando determinar a composição e possível proveniência dos ligantes.



Figura 2. Porta Sul



Figura 3. Termas - Tepidarium e Natatio



Figura 4. Fórum - Pódio do templo



Figura 1. Planta da Cidade Romana de Ammaia. Estruturas detetadas pela geofísica no âmbito do Projeto Radio-Past.



Figura 6 a) Fragmento de revestimento pintado de cor vermelha, b) Fragmento de revestimento branco com decoração incisa c) Fragmento de friso com revestimento branco.

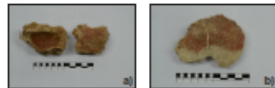


Figura 6 a) e b) Fragmentos de revestimento pintados de cor vermelha.



Figura 7. Fragmentos de revestimento pintados com motivos decorativos, a) Fragmento com motivos geométricos; b) Fragmento com motivos vegetais, c) Fragmento liso, de cor laranja.

Metodologia

Por serem poucos e de pequenas dimensões, foram selecionados fragmentos de cor branca, com motivos decorativos a preto e outros de cor vermelha (Figura 8). Para a caracterização química, mineralógica e microestrutural destes materiais recorreu-se à microscopia ótica, microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios-X dispersiva de energia acoplada (MEV-EDX) e microscopia micro-Raman.

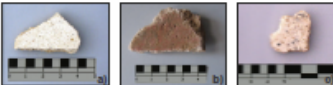


Figura 8. a) AMR1, proveniente do pórtico do fórum; b) AMR2, proveniente das termas; c) AMR3, proveniente do pórtico do fórum da cidade Romana de Ammaia.

Resultados e discussão



Os revestimentos são constituídos por diferentes camadas, de espessura fina e ligantes à base de cal calcítica; a camada superficial foi preparada com agregados calcíticos, apresentando faces nítidas e bem definidas, podendo tratar-se de mármore moído; na camada subjacente, os agregados são siliciosos (quartzo e micas). A superfície, a cor branca é dada por partículas finas de calcite (pintura à base de cal); a cor preta por pigmento à base de carbono (negro vegetal); os óxidos de ferro estão na composição da cor vermelha (hematite).

Conclusão

Apesar de preliminar, este estudo revelou informação sobre a composição dos materiais e tecnologia utilizada na preparação de revestimentos e pinturas murais romanos em território nacional, cujos testemunhos são escassos. Por outro lado, contribuiu para a confirmação da utilização de materiais não locais também na preparação das argamassas e acabamentos das superfícies dos edifícios da Ammaia.

Referências

Cardoso, Inês; Macedo, Maria Filomena; Vermeulen, Frank; Corti, Cristina; Santos Silva, António; Rosado, Lúcia; Candeias, António; Mirão, José. (2014). A Multidisciplinary Approach to the Study of Archaeological Mortars from the Town of Ammaia in the Roman Province of Lusitania (Portugal). *Archaeometry*, 55, 1-24.
Oliveira, Jorge. (2005). São Salvador da Aramenha: História e Memórias da Freguesia. IBN MARLUÁN, n. 13, Edições Colibri / Câmara Municipal de Marvão / Junta de Freguesia de São Salvador da Aramenha, 2005, pp. 53.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através de FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/HIS-ARQ/10027/2008 (ref. FCOMP-01-0124-FEDER-010462). Os autores agradam ainda à União Europeia pelo financiamento do Projeto Radio-Past (People - Marie Curie Action) e à Fundação Cidade de Ammaia.



V Jornadas FICAL
Fórum Ibérico da Cal

Portugal | Lisboa | LNEC | 23 - 25 | maio | 2016

LNEC
LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

FICAL
Fórum Ibérico da Cal

Friso de granito do Fórum



Levantamento do friso “*in situ*”



Consolidação e colagem



Fissuras refechadas com argamassas de cal

Efeito da água de cal aplicada para consolidar superfícies calcárias alteradas no Claustro da Hospedaria, Mosteiro de Alcobaça

Inês Cardoso • Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • ineslemoscardoso@gmail.com
Maria Fernandes • DEOF-DEPOF, Direção-Geral do Património Cultural • mfermandes@dgpc.pt
José Mirão • Laboratório HERCULES, Universidade de Évora • jmirao@uevora.pt

Introdução

As superfícies calcárias do Claustro da Hospedaria do Mosteiro de Alcobaça apresentavam perda de coesão, levando à decisão de uma intervenção de conservação em 2010/11, na qual foram realizados testes de consolidação com água de cal. Neste trabalho, realizado no âmbito do Projeto INOVSTONE em colaboração com a Direção Geral do Património Cultural (DGPC), relata-se a investigação desenvolvida para confirmar a presença de vestígios do tratamento realizado com água de cal em 2010/11 (CERTO, 2011), e procurar esclarecer o processo de perda de massa que se continua a registar nas superfícies tratadas.

Metodologia

Através de análise macroscópica das superfícies, foram selecionados locais e amostrada pedra não tratada, tratada e eflorescências. O método de estudo foi baseado na observação e caracterização química, mineralógica e microestrutural, recorrendo ao microscópio ótico e microscópio eletrónico de varrimento com espectroscopia de raios-X dispersiva de energia acoplada (MEV-EDX), difração de raios-X (DRX) e espectroscopia micro-Raman.



Resultados e discussão

PEDRA NÃO TRATADA



Lupa binocular observação de fragmento de calcário oolítico e superfície porosa.



MEV-EDX: micrografia da pedra não tratada; mapa elementar do cálcio (Ca), silício (Si) e do cloro (Cl); respetivo espectro EDX.

Calcários de cor branca a creme e textura oolítica; oolitos microcristalinos, em matriz de grão fino, maioritariamente constituídos por calcite, na qual se detetam grãos de quartzo.

EFEITO DE TRATAMENTO COM ÁGUA DE CAL



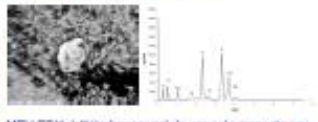
Lupa binocular observação da camada branca e superfície.



MEV-EDX: micrografia da pedra tratada; mapa elementar do cálcio (Ca) e do cloro (Cl); respetivo espectro EDX.

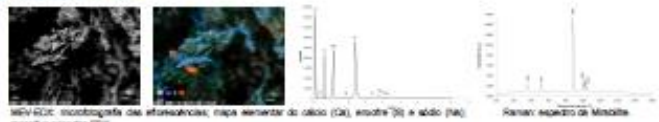
Pela localização, textura e composição química (oolitos/calcite), a camada branca superficial poderá resultar da aplicação de solução consolidante à base de hidróxido de cálcio, o qual se concentrou preferencialmente sobre o substrato pétreo, sendo bastante reduzida a penetração no seu interior. Consequentemente, a restituição da coesão perdida acabou por não ser totalmente conseguida.

SAIS NO INTERIOR DA PEDRA



MEV-EDX: hábito hexagonal de um sal composto por potássio, arsénio e sódio – aptitalite – e respetivo espectro EDX correspondente à análise pontual do sal.

EFLORESCÊNCIAS



MEV-EDX: micrografia das eflorescências; mapa elementar do cálcio (Ca), arsénio (As) e sódio (Na); Raman: espectro de Mirabilite.

Efflorescências constituídas maioritariamente por Thénardite (Na_2SO_4) e Mirabilite, sal hidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Menos abundantes, sais constituídos por sódio e cloro (NaCl , halite), mas também de potássio e cloro (KCl , silvite).

Conclusão

- MEV-EDX: revelou-se a técnica analítica mais promissora na caracterização química e microestrutural de dois materiais com a mesma composição – o carbonato de cálcio, mas morfologias diferentes: o tratamento com água de cal apresenta-se pouco compacto, bem distinto da textura do calcário oolítico.
- MEV-EDX: permitiu identificar elementos químicos atribuídos aos sais solúveis, preferencialmente localizados na camada de tratamento, correspondentes a minerais com cloro (halite e silvite) e com arsénio, como a aptitalite, corroborados pelos resultados obtidos por DRX.
- Pontualmente, foi visível a ação consolidante da água de cal entre lascas de calcário desagregadas.
- A avaliação a médio/longo prazo dos efeitos dos tratamentos passados é um meio privilegiado para melhor compreender o seu comportamento e repensar opções de tratamento futuras, salientando-se igualmente a importância de realizar testes no local.

Referências

CERTO, (2011). Mosteiro de Santa Maria de Alcobaça – Circuito de visita alargado e valorização dos claustros da portaria – Conservação e restauro – Relatório técnico – Fevereiro 2011, Tomar: CERTO, Centro de Restauro de Tomar, Lda.

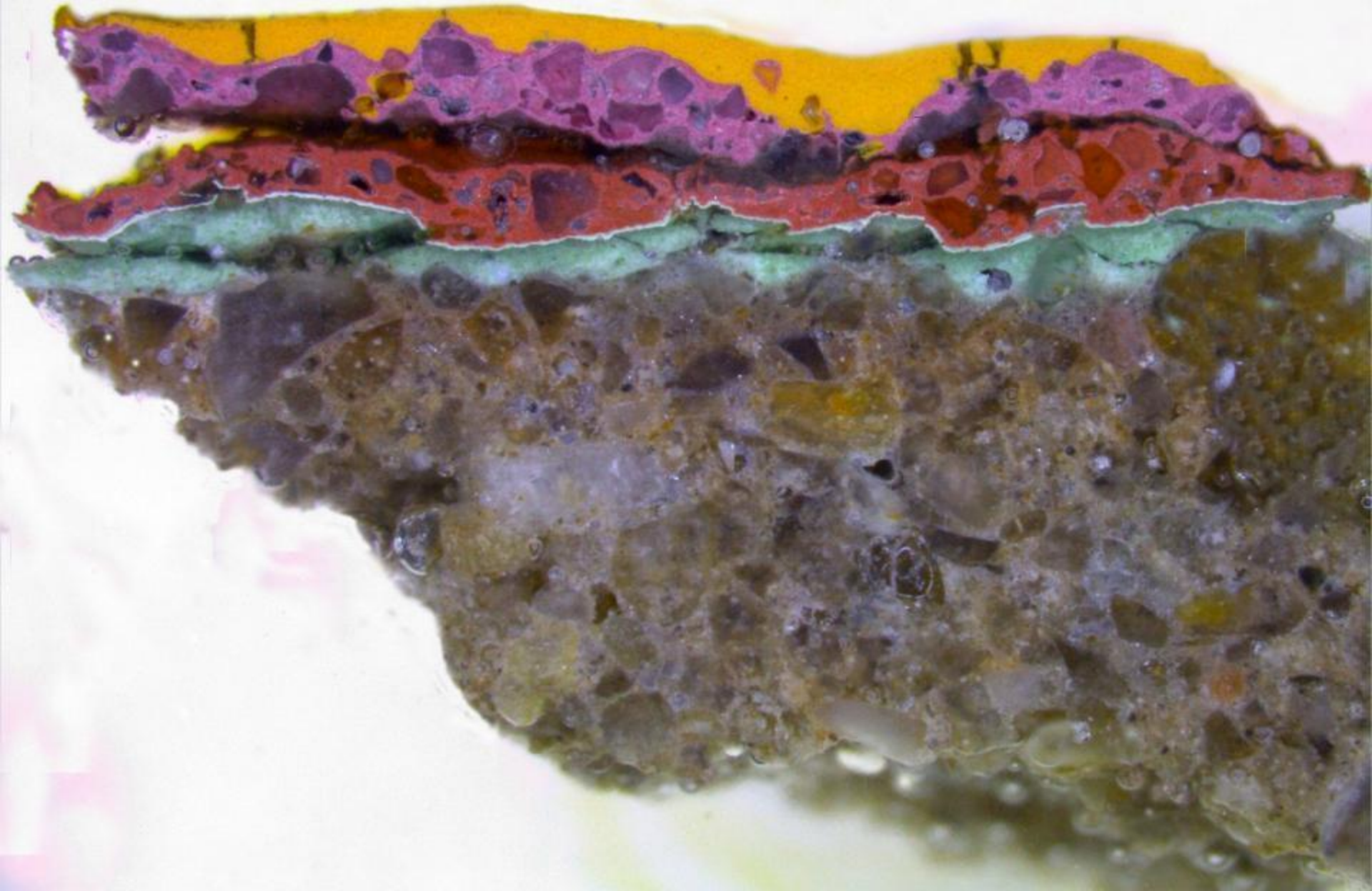
Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto INOVSTONE (ref. FCOMP-01-2020-FEDER-013854). Os autores agradecem ainda ao Arq. João Seabra Gomes (DGPC) e à Dra. Isabel Costeira (Mosteiro de Alcobaça), bem como ao Luis Dias (Laboratório HERCULES, Universidade de Évora).



2.00 mm

pintura mural



Francisco de Campos

Doutoramento Rita Vaz Freire



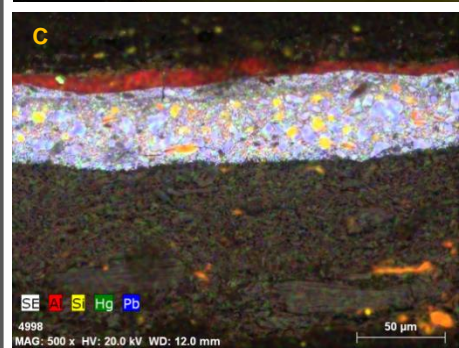
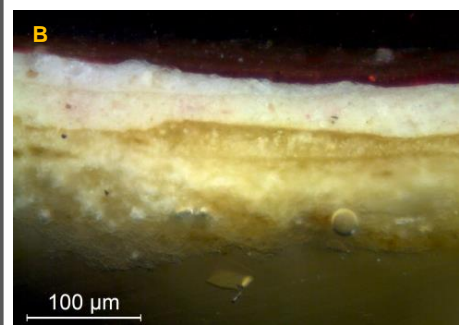
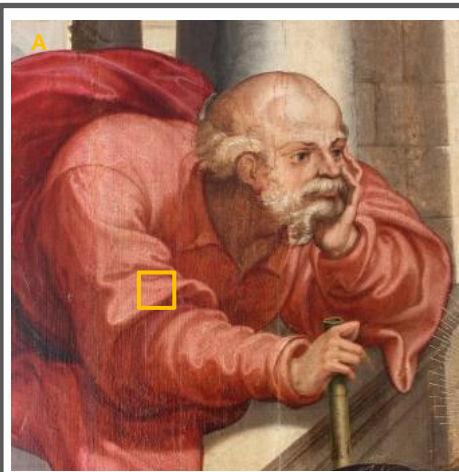
- A) *Nª Sra. da Misericórdia* (c. 1555-60). Museu de Arte Sacra de Alcochete.
B) Retábulo do altar-mor (c. 1565-70). Igreja de Nª Sra. da Boa Nova–Terena.
C) *Epiphany* (c. 1570). Museu de Arte Sacra da Sé de Évora.
D) *Oval Room* (1578). Condes de Basto Palace, Évora.



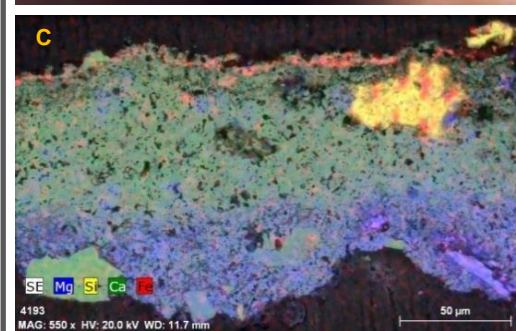
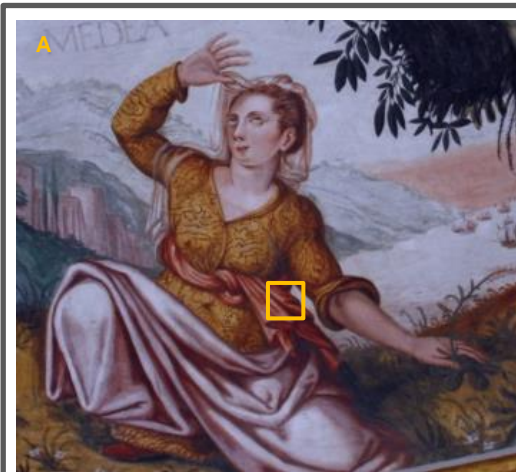
pintura cavalete

pintura mural

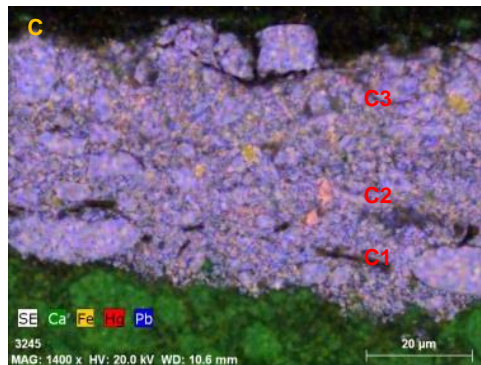
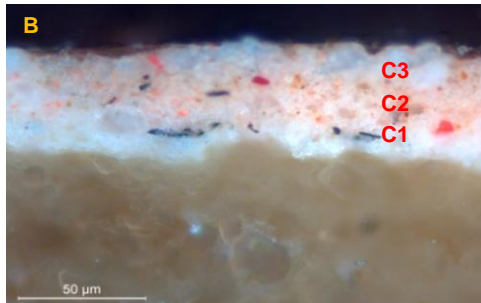
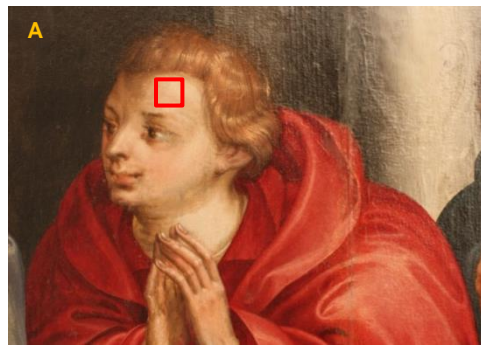
- A) *Assunção e Coroação da Virgem* (c. 1565-70). Igreja Nª Sra. da Boa Nova, Terena - Alandroal.
- B) *Painel Central* (1578) - *Oval Room*. Condes de Bastos Palace, Évora.
- C) *Batismo de Cristo* (c. 1570). Museu de Arte Sacra da Sé de Évora
- D) *Painel Central* (1578) - *Oval Room*. Condes de Bastos Palace, Évora.
- E) *Assunção e Coroação da Virgem* (c. 1565-70). Igreja Nª Sra. da Boa Nova, Terena - Alandroal.
- F) *Painel Central* (1578), - *Oval Room*. Condes de Bastos Palace, Évora.



A) *Epiphany* (c. 1570), Museu de Arte Sacra da Sé de Évora. Local de amostragem.
B) Amostra de cor vermelha. Imagem obtida através do MO.
C) Mapa de distribuição elemental da mesma amostra obtido por SEM-EDS.



A) *MEDEA* (1578) - *Oval Room*. Condes de Bastos Palace. Local de amostragem.
B) Amostra de cor vermelha. Imagem obtida através do MO.
C) Mapa de distribuição elemental da mesma amostra obtido por SEM-EDS.



A) *Last Supper* (c. 1570). Museu de Arte Sacra da Sé de Évora. Local de amostragem.

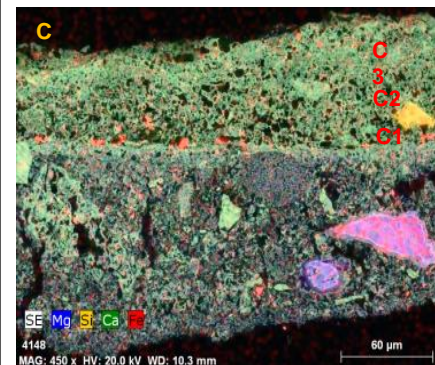
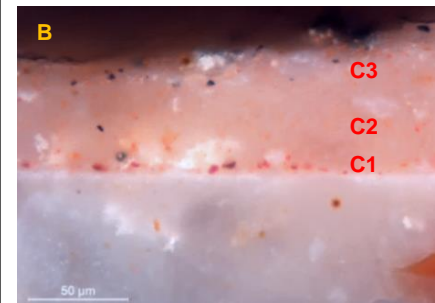
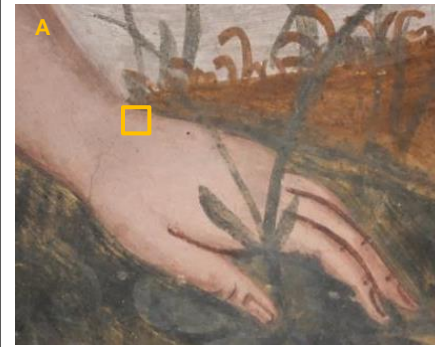
B) Amostra de zona de carnação. Imagens obtida através do MO.

C) Mapa de distribuição elemental da mesma amostra obtido por SEM-EDS.

C3: carnation, light – lead white, vermilion, red ochre

C2: carnation (tom de base) – lead white, vermelho, red ochre

C1: underdrawing - black charcoal



A) *MEDEA* (1578) - *Oval Room*. Condes de Bastos Palace, Évora.

B) Imagens obtida através do MO

C) mapa de distribuição elemental obtidos por SEM-EDS de amostras de pintura "a fresco"

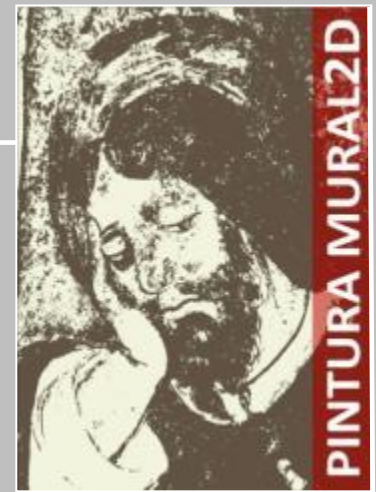
C3: carnation, light – calcite and red ochre

C2: carnation (tom de base) - calcite, red ochre and silicates

C1: underdrawing – red ochre

PINTURAMURAL 2D

Murais em risco no
Alentejo-**D**egradação e
Diagnóstico



Porquê?





os principais objectivos do projecto são:

1. estudo histórico, técnico e material de pinturas murais em risco do Alentejo (dos séc. XV-XVIII)
2. desenvolvimento de metodologias de diagnóstico e prognóstico
3. desenvolvimento de novas metodologias para avaliação de (bio)deterioração
4. contributo para a salvaguarda e difusão do património mural do Alentejo



estado de conservação (patologias)

- risco de colapso estrutural
- alteração e deterioração da camada cromática
- degradação por sais
- colonização biológica e biodegradação



1,2



3,4



5,6



7,8



9,10



11,12

Edifícios

1. Ermida de S. Pedro do Almuro (**Mo**)
2. Igreja de Nossa Senhora da Conceição (**Mo**)
3. Casa de Fresco dos Sanches de Baena (**VV**)
4. Igreja paroquial de S. Aleixo (**MoN**)
5. Convento da Nossa Senhora da Saudação (**MoN**)
6. Ermida de S. André do Outeiro (**MoN**)
7. Ermida de Pedro da Ribeira (**MoN**)
8. Igreja de S. Jordão (**Ev**)
9. Igreja de S. Farausto da Oriola (**P**)
10. Igreja de S. Pedro do Outeiro (**VdA**)
11. Capela de S. Fernando (**VN**)
12. Igreja de Santa Clara do Sabugueiro (**Arr**)



Identificação e localização dos imóveis seleccionados para estudo

etapas

