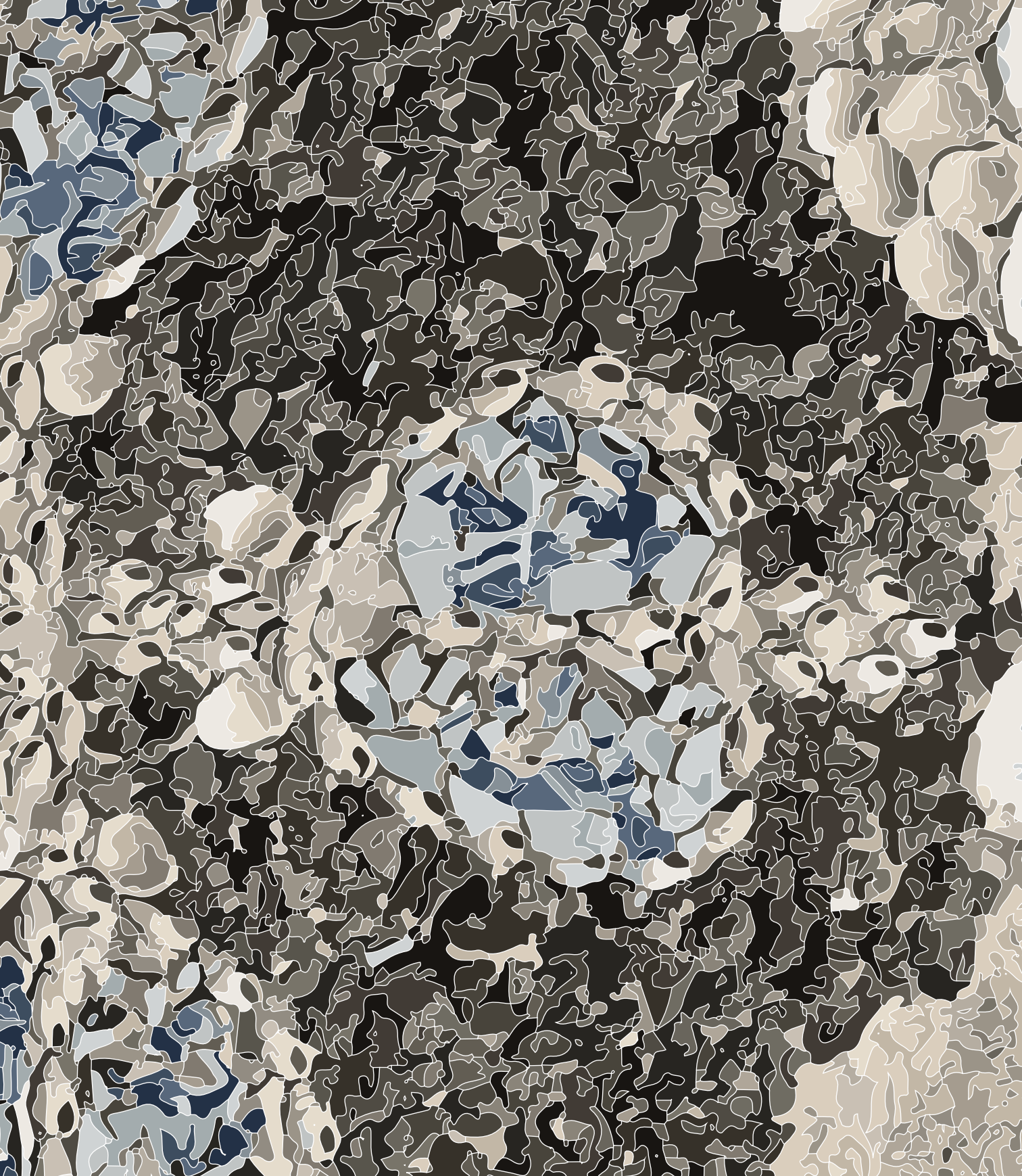
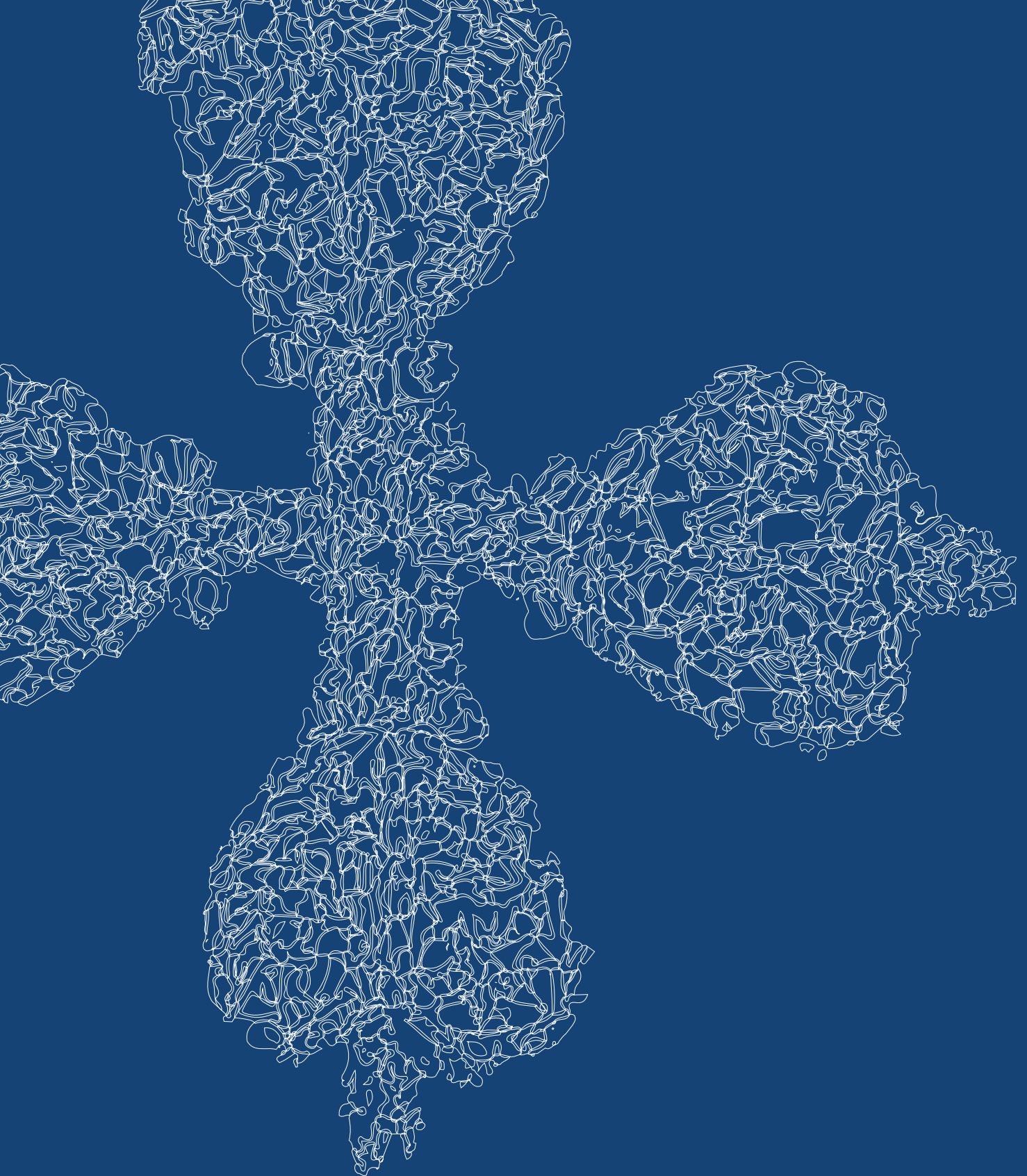




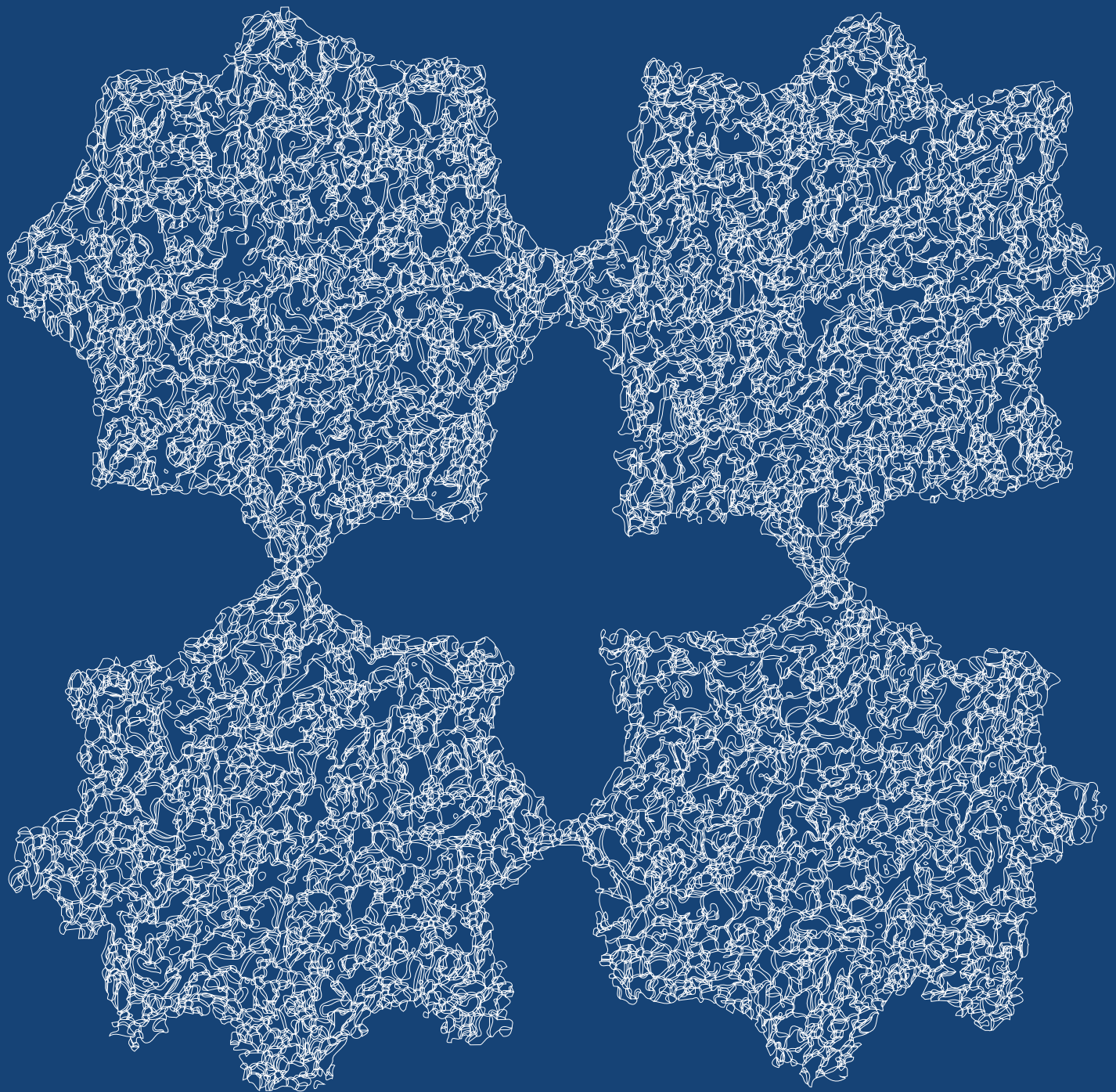
A CASA
DE FRESCO
DO PAÇO
DE SÃO MIGUEL





ÍNDICE

04	Abertura	76	2.2. ESTUDO DAS COMUNIDADES MICROBIANAS
06	Intervenção na Casa de Fresco: Uma aproximação filosófica	76	Metodologia experimental
17	1. MEMÓRIA DO PAÇO DE SÃO MIGUEL E JARDIM RENASCENTISTA A CASA DE FRESCO E A ARTE DOS EMBRECHADOS QUE COMPÕEM A SUA DECORAÇÃO	78	Resultados
20	Etimologia e definição de embrechado	93	3. CONSERVAÇÃO DA CASA DE FRESCO E REABILITAÇÃO DO CIRCUITO HIDRÁULICO DAS FONTES DO JARDIM
25	Origens e evolução no contexto europeu	94	Relatório Prévio
32	Os embrechados em Portugal	98	Diagnóstico do estado de conservação
39	A Casa de Fresco do jardim do Paço de São Miguel	107	Medidas de intervenção e considerações gerais
59	2. A CIÊNCIA AO SERVIÇO DA ARTE ESTUDO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS, DECORATIVOS E COMUNIDADES MICROBIANAS PRESENTES NA CASA DE FRESCO	108	Intervenção de conservação e consolidação
60	2.1. CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS, EMBRECHADOS, EFLORESCÊNCIAS SALINAS E PIGMENTOS	a)	Anomalias de carácter estrutural
60	Metodologia	b)	Materiais construtivos e decorativos da Casa de Fresco
62	Resultados e interpretação	c)	Fonte central e tanque superior
		d)	Reabilitação do circuito hidráulico das fontes
		e)	Acompanhamento e sondagem arqueológica
		133	English Version
		187	Ficha Técnica



2. A CIÊNCIA AO SERVIÇO DA ARTE

ESTUDO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS,
DECORATIVOS E COMUNIDADES MICROBIANAS
PRESENTES NA CASA DE FRESCO

Laboratório HERCULES - Universidade de Évora

CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS, EMBRECHADOS, EFLORESCÊNCIAS SALINAS E PIGMENTOS

Laboratório HERCULES - Universidade de Évora
 Coordenação técnica: Cristina Galacho, Patrícia Moita e Ana Margarida Cardoso
 Equipa: Amira Souliman | Dora Boeiro | Ilaria Baiocchi | José Mirão | Massimo Beltrane

No decorrer do programa de intervenção na Casa de Fresco foi realizada pela equipa de cientistas do Laboratório HERCULES a caracterização dos elementos estruturais, decorativos e o estudo das comunidades microbiológicas presentes nesta «arquitetura de água» localizada no jardim do Paço de São Miguel. Esta abordagem especializada permitiu, por um lado, conhecer em detalhe os materiais que constituem este monumento e, por outro, identificar os agentes que contribuem para a sua deterioração. A leitura e a compreensão destes resultados avalizados são determinantes para a implementação de uma estratégia eficaz no âmbito da salvaguarda deste conjunto patrimonial que conserva um importante valor histórico, artístico e cultural.

INTRODUÇÃO

As amostras de argamassas foram estudadas e caracterizadas no Laboratório HERCULES, do ponto de vista químico, mineralógico e microestrutural, de acordo com a metodologia que tem vindo a ser desenvolvida, e aplicada em diversos casos de estudo de património cultural, com repercussão na conservação e restauro dos mesmos.

A referida metodologia compreende diferentes fases, das quais se selecionaram para o presente estudo a realização do registo fotográfico, a observação à lupa binocular, a preparação de superfícies polidas e posterior análise por microscopia ótica (MO) e microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios X por dispersão de energias (MEV-EDS), a moagem e preparação de amostra para análise por difração de raios X (DRX) e análise termogravimétrica (ATG).

As amostras de embrechados, eflorescência salina e pigmentos foram também estudadas no Laboratório HERCULES por recurso a técnicas analíticas adequadas à sua identificação / caracterização.

METODOLOGIA

PROVENIÊNCIA DAS AMOSTRAS

As amostras analisadas, dezoito no total: 9 argamassas, 6 embrechados, 1 eflorescência salina e 2 pigmentos, são provenientes da Casa de Fresco (CF) do Jardim do Paço de São Miguel, localizado em Évora, Portugal.

METODOLOGIA DO TRABALHO EM LABORATÓRIO

Argamassas

A metodologia utilizada na caracterização química, mineralógica e microestrutural das amostras de argamassas consistiu nas seguintes etapas:

I. Preparação das amostras

Numa fase preliminar, foi efetuado o registo fotográfico de cada uma das amostras, observação macroscópica a olho nu e estereomicroscopia através da lupa binocular. Seguiu-se a fase de preparação, que incluiu as tarefas de limpeza e separação em diferentes

IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Amostras	Tipo	Descrição
Argamassas		
CF-2	Argamassa	Argamassa de enchimento. Tom branca-bege. Pouco consistente.
CF-3	Argamassa	Argamassa de suporte aos embrechados. Tom esbranquiçado.
CF-4	Argamassa	Amostra de enchimento. Tom branca.
CF-8	Argamassa	Amostra de suporte de embrechados. Tom esbranquiçado. Pouco consistente.
CF-10	Argamassa	Argamassa de suporte de embrechados. Tom esbranquiçado.
CF-11	Argamassa	Argamassa regularização (?) Alterada. Não é clara a estratigrafia.
CF-12	Argamassa	Argamassa de suporte de embrechados. Tom bege. Associada à escória preta.
CF-13	Argamassa	Argamassa de suporte de embrechados. Tom bege. Resistente
Embrechados		
CF-5	Embrechado	Cerâmica Queimada.
CF-6	Embrechado	Embrechado verde localizado do lado direito.
CF-7	Embrechado	Embrechado verde localizado do lado esquerdo.
CF-9	Embrechado	Embrechado de cor verde. Escória de vidro verde.
CF-14	Embrechado	Escória preta (fora do local).
CF-15	Embrechado	Embrechados brancos.
Eflorescência Salina		
CF-1	Sal	Eflorescência salina. Cor branca.
Pigmentos		
Amostra 1	Azul brasão	Grão azulado. (Entregue no HERCULES)
Amostra 2	Azul teto	Grão azulado. (Entregue no HERCULES)

Tabela 01. Identificação e descrição das amostras.

frações, de acordo com o número/tipo de técnicas analíticas a aplicar.

Após seleção de fragmentos representativos foram utilizadas três frações distintas para:

- i) obtenção de superfícies polidas,
- ii) desagregação com um martelo de borracha e
- iii) maceração em almofariz de ágata.

As superfícies polidas foram analisadas por microscopia eletrônica de varrimento acoplada a espectrometria de raios X. As amostras desagregadas foram submetidas a maceração e foram analisadas por difração de raios X e análise termogravimétrica.

Foram ainda produzidas lâminas delgadas para análise petrográfica.

II. Estereomicroscopia (lupa binocular)

A observação das amostras, superfícies polidas, à lupa binocular permite a sua caracterização relativamente à cor, tipo, morfologia e dimensão dos agregados, eventual presença de aditivos, nódulos de cal, porosidade, textura, camadas constituintes, estado de conservação (grau de coesão, adesão, presença de fissuras, colonização biológica) entre outros.

III. Petrografia

As lâminas delgadas foram alvo de análise petrográfica simplificada para identificação de agregados nas argamassas. As imagens foram obtidas em nicóis paralelos (NP) e nicóis cruzados (NC). Chama-se a atenção que as lâminas estão mais espessas do que os 0.03 mm de modo a conservar a fase ligante durante o processo de desgaste.

IV. Difração de raios X (DRX)

A técnica de difração de raios X permite a identificação da natureza mineralógica dos constituintes cristalinos presentes nas amostras de argamassas.

V. Análise termogravimétrica (ATG)

A técnica de análise termogravimétrica permite, conjuntamente com a difração de raios X, a determinação da natureza do ligante e a proporção de carbonatos constituintes do ligante.

VI. Microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios X por dispersão de energias (MEV-EDS)

A microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios X por dispersão de energias, realizada nas superfícies polidas e lâminas delgadas, permite a caracterização dos constituintes das amostras de argamassas, do ponto de vista da sua composição elementar e morfologia, bem como a determinação de compostos que resultem de reações pozolânicas e a sua localização, produtos de alteração/degradação, entre outros compostos minoritários que não tenham sido detetados pelas restantes técnicas.

Embrechados

Os embrechados foram analisados recorrendo à análise petrográfica das respetivas lâminas delgadas tal como descrito no ponto iii. da metodologia de caracterização das amostras de argamassas.

Eflorescência salina

A amostra de sal foi analisada recorrendo à técnica de microscopia eletrónica de varrimento com espectroscopia de raios X por dispersão de energias (MEV-EDS) conforme descrito no ponto vi. da metodologia de caracterização das amostras de argamassas.

Pigmentos

Os pigmentos foram analisados por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e módulo de Reflexão Total Atenuada FTIR-ATR e MEV-EDS, conforme descrito no ponto vi. da metodologia de caracterização das amostras de argamassas.

RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

ARGAMASSAS

As amostras de argamassas analisadas, argamassas de enchimento e de suporte aos embrechados, são provenientes da Casa de Fresco do Jardim do Paço de S. Miguel, localizado em Évora, Portugal.

As amostras estudadas apresentam semelhanças entre si, nomeadamente, no que respeita a:

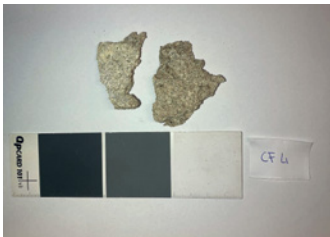
Cor exibida, clara (branco-bege), como se pode observar no registo fotográfico apresentado na Figura 01.



CF-2



CF-3



CF-4



CF-8



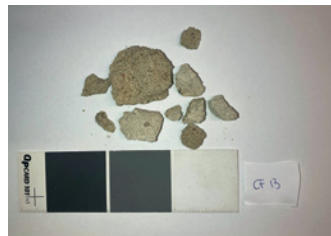
CF-10



CF-11



CF-12



CF-13

Fase de ligante, onde predomina uma cal aérea de natureza calcítica. Não obstante verificou-se por DRX e ATG e, por vezes, por MEV-EDS a presença de carbonato de magnésio (magnesite) o que indicia a utilização de um calcário magnesiano (dolomite?) como matéria prima para a produção de cal.

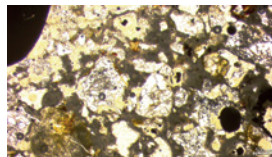
Natureza dos agregados, com predomínio do quartzo associado à presença de feldspatos (principalmente sódicos) e micas. Não se observou a presença de qualquer tipo de agregados de natureza carbonatada, com exceção da amostra CF-3, pelo que o teor de carbonatos determinado por ATG foi atribuído unicamente à fase ligante. Na amostra CF-3 o valor obtido pode estar sobrestimado.

Dimensão dos agregados, prevalecem, na generalidade, os grãos com dimensão estimada visualmente entre 0,250 e 0,500 mm.

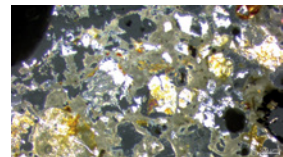
Figura 01. Registro fotográfico das amostras de argamassas estudadas.

Do ponto de vista petrográfico verifica-se a presença de agregados de quartzo e feldspato potássico e plagioclase, rara biotite. Verificou-se a presença pontual de anfíbola. Os grãos, geralmente monominerálicos, por vezes graníticos (quartzo e feldspato), apresentam forma angulosa. Tendem a ser heterogranulares, verificando-se ser a argamassa CF-10 mais fina e com os agregados mais dispersos relativamente à generalidade das restantes argamassas.

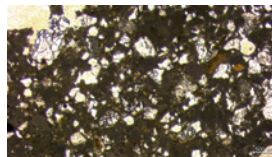
A amostra CF-2 apresenta uma fase ligante essencialmente de composição calcítica. A presença de magnésio na fase ligante está associada nos mapas elementares EDS ao silício e alumínio e não sob a forma de carbonato.



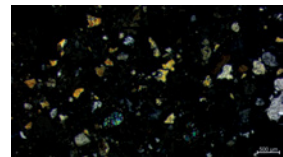
CF-2 fotomicrografia em NP



CF-2 fotomicrografia em NC



CF-10 fotomicrografia em NP



CF-10 fotomicrografia em NC

Na amostra CF-3 verificam-se alguns agregados de natureza carbonatada, quartzo, plagioclase sódica e minerais ferromagnesianos (e.g. biotite). A presença de cálcio e magnésio no ligante sugere a presença de calcite e magnesite, respetivamente.

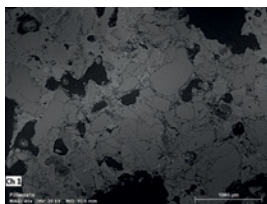


Imagem BSE - geral CF-2

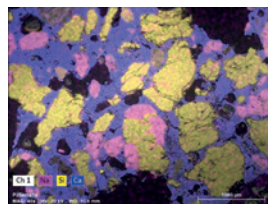


Imagem BSE + mapa EDS Na, Si e Ca

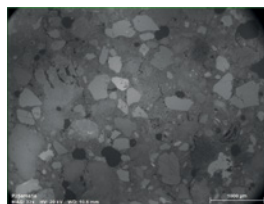


Imagem BSE geral CF-3

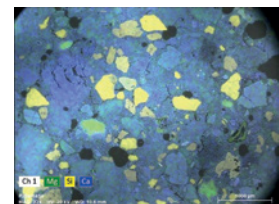


Imagem BSE + mapa EDS Mg, Si e Ca

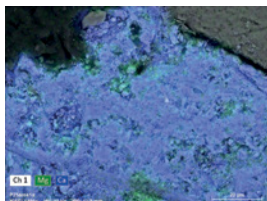
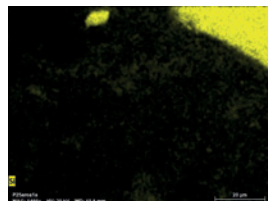
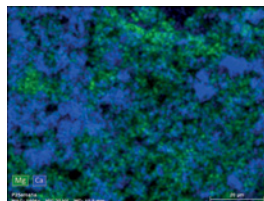


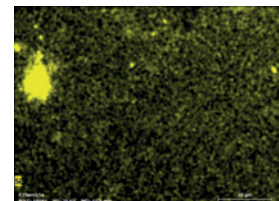
Imagem BSE + mapa EDS Mg e Ca - ligante



Mapa EDS: Si ligante



Mapa EDS: Si - ligante



Mapa EDS: Si ligante

Na amostra CF-10 os agregados apresentam composições semelhantes aos anteriores. A fase ligante apresenta cálcio e magnésio sugerindo a presença de calcite magnesite.



Imagem BSE - geral CF-10

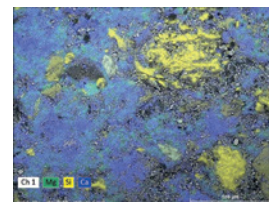


Imagem BSE + mapa EDS Mg, Si e Ca

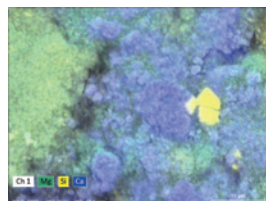
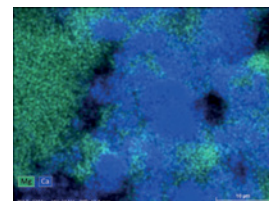


Imagem BSE + mapa EDS Mg, Si e Ca ligante



Mapa EDS: Mg e Ca

Na amostra CF-11 os agregados correspondem essencialmente a quartzo e feldspato. Sendo que a fase ligante corresponde essencialmente a uma composição calcítica. O mapa elementar do magnésio sobrepõe-se ao mapa elementar do silício.

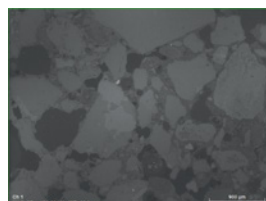


Imagem BSE - geral CF-11

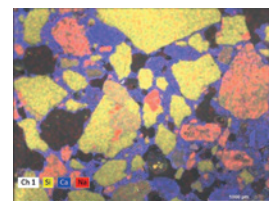


Imagem BSE + mapa EDS Si, Ca e Na

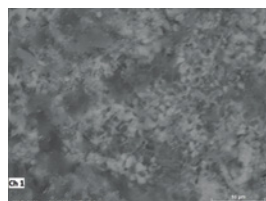


Imagem BSE ligante

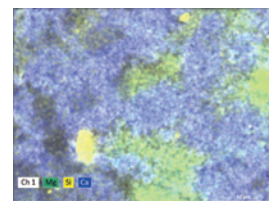


Imagem BSE + mapa EDS Mg, Si e Ca

A análise por difração de raios-X permitiu a identificação de quartzo, calcite, micas e feldspatos em todas as amostras de argamassas estudadas. Foi também identificada a hidromagnesite, com exceção da amostra CF-3, onde foi identificada a magnesite.

Na Figura 02 apresentam-se os difractogramas obtidos para as amostras de argamassas e na Tabela 02 o resumo da composição mineralógica. Os resultados de DRX corroboram os obtidos por análise petrográfica e por MEV-EDS.

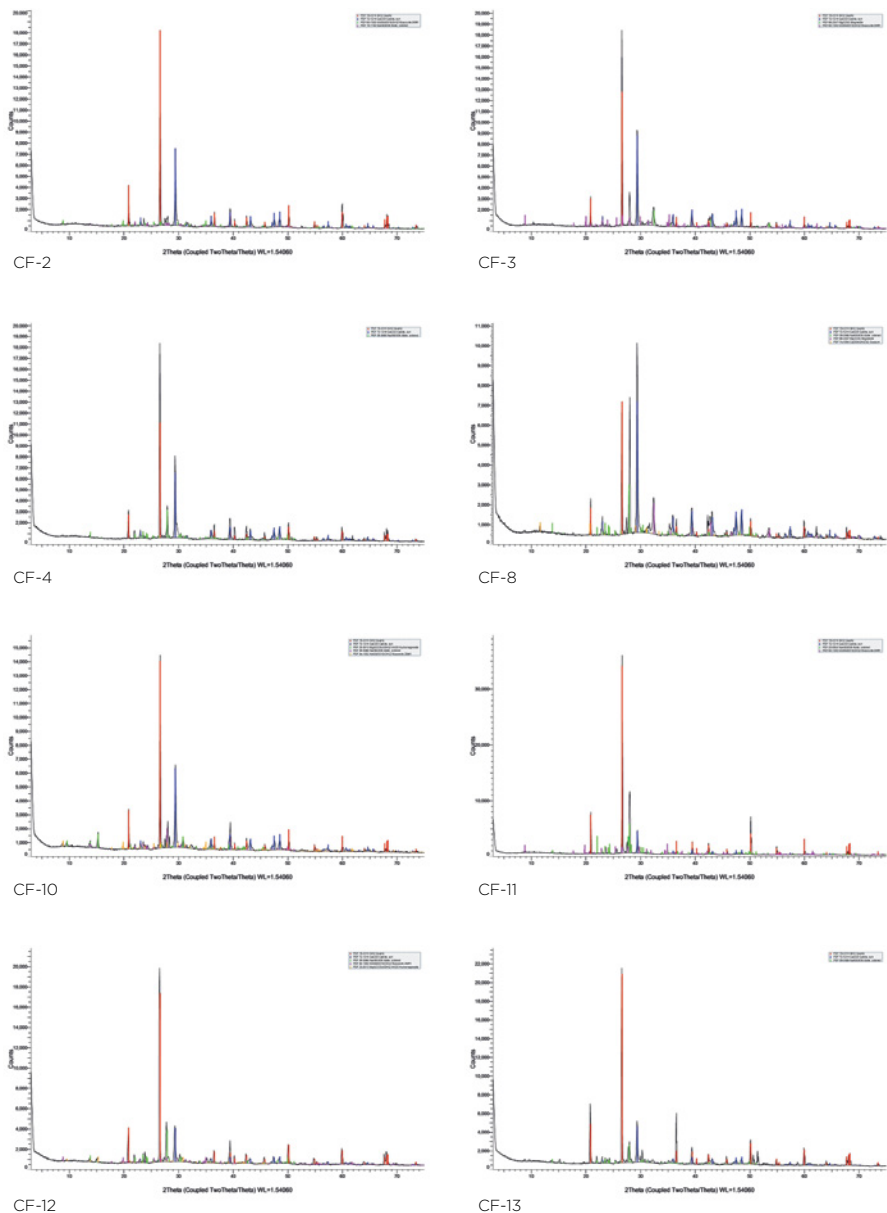


Figura 02. Difractogramas das amostras de argamassas estudadas.

Tabela 02. Composição mineralógica das amostras de argamassas estudadas obtida por DRX.

Amostra	Quartzo	Calcite	Feldspatos	Micas	Hidromagnesite	Magnesite	Gesso
CF-2	49	20	4	23	4	-	-
CF-3	39	25	-	28	-	8	-
CF-4	53	29	19	-	-	-	-
CF-8	33	32	18	-	-	13	5
CF-10	42	17	6	14	21	-	-
CF-11	49	6	23	22	-	-	-
CF-12	50	10	14	15	11	-	-
CF-13	76	14	11	-	-	-	-

*Valores estimados com base na análise semi-quantitativa efetuada pelo software do equipamento.

Os resultados obtidos por análise termogravimétrica, apresentados na Figura 03 e na Tabela 03, estão em linha com os obtidos por análise petrográfica, MEV-EDS e DRX.

Os valores de perda de massa determinados no intervalo de temperaturas compreendido entre os 600 e os 900°C podem ser atribuídos à decomposição do carbonato de cálcio do ligante, com exceção da amostra CF-3, onde foram identificados agregados calcíticos, tal como foi anteriormente referido.

Os valores de perda de massa que se verificam entre os 200 e 550°C, com maior expressão nas amostras CF-10 e CF-12, são essencialmente devidos ao processo de decomposição da hidromagnesite. Este processo é constituído por

três etapas correspondentes às reações de desidratação (220-340°C), desidroxilação (340-450°C) e descarbonatação (450-550°C). Os termogramas obtidos para as amostras de argamassas de enchimento, CF-2 e CF-4, são muito similares revelando um teor de hidromagnesite e calcite equivalente nas amostras em causa.

O termograma da amostra CF-3 apresenta, para além dos valores de perda de massa atribuídos à decomposição da calcite (600-900°C), valores de perda de massa atribuídos à decomposição da magnesite (350-550°C). A existência de agregados calcíticos, nesta amostra, está de acordo com a posição do pico de decomposição da calcite registado, na curva da DTG, a valores de temperatura ligeiramente mais elevados.

Figura 03. Curvas de TG (a cheio) e DTG (a tracejado) das amostras de argamassas estudadas.

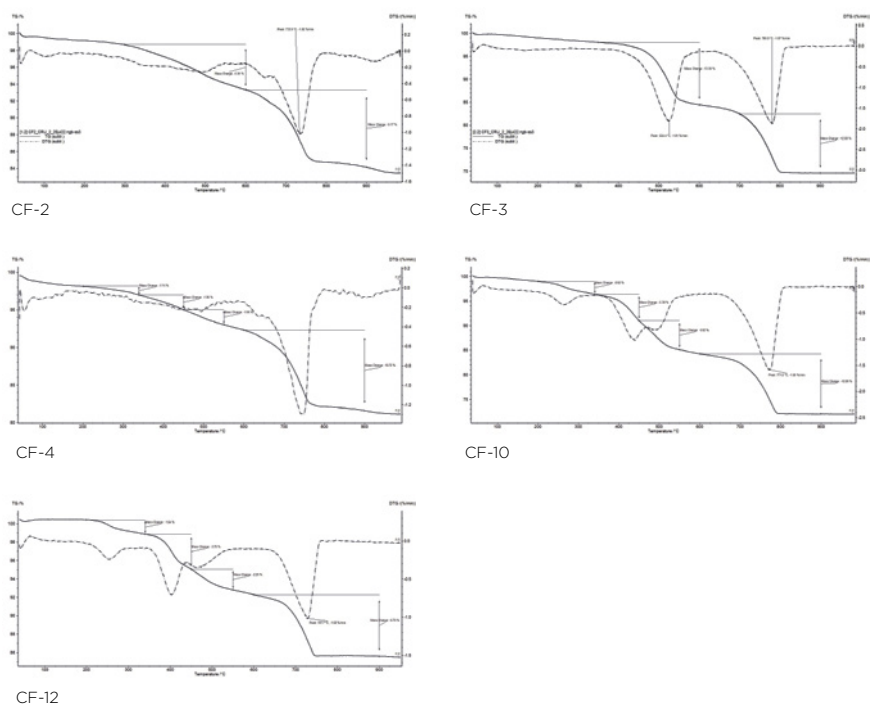


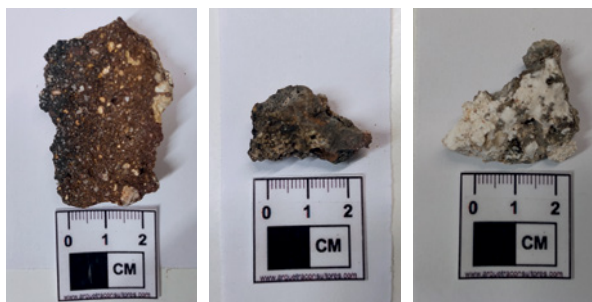
Tabela 03. Teores de hidromagnesite, magnesite e calcite, expressos em percentagem mássica, das amostras de argamassas estudadas, determinados por ATG.

Amostra	Hidromagnesite / % (m/m)	Magnesite / % (m/m)	Calcite / % (m/m)
CF-2	5	-	21
CF-3	-	26	29*
CF-4	6	-	24
CF-10	14	-	28
CF-12	8	-	15

*Valor sobrestimado devido à presença de agregados de natureza calcítica.

EMBRECHADOS

Na Figura 04 apresenta-se o registo fotográfico das amostras de embrechados.



CF-5

CF-6

CF-7



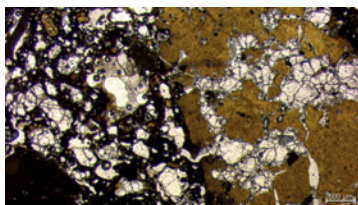
CF-9(1)

CF-9(2)

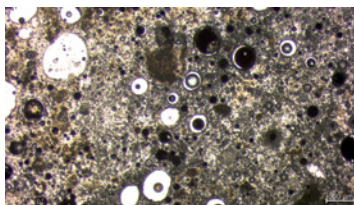
CF-14

CF-15

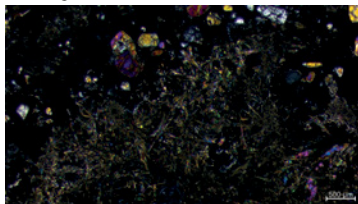
Figura 04. CF-5 embrechado vermelho/preto; CF-6, CF-7, CF-9(1) e CF-9(2) embrechados verdes; CF-14 embrechado pretos, CF-15 embrechado branco.



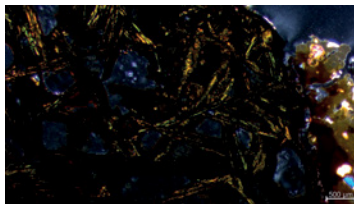
CF-5 embrechado de cerâmica com argamassa NP



CF-9(1) embrechado de vidro (verde) NP



CF-7 embrechado de vidro (verde) com argamassa NC



CF-14 embrechado de escória preta com argamassa NC

Para a identificação dos embrechados amostrados recorreu-se à análise petrográfica que confirmou a utilização de materiais processados como cerâmicas (por vezes queimadas) vermelhas e negras (CF-5), escória preta (CF-14) e vidro de cor verde (CF-6, CF-7, CF-9(1) e CF-9(2)). A composição dos embrechados de cor branca (CF-15) foi confirmada pela granularidade (textura granoblástica) e por reação com uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl, a 10% (V/V), como sendo mármore branco.

EFLORESCÊNCIA SALINA

A análise realizada à amostra de eflorescência salina, por de microscopia eletrônica de varrimento com espectroscopia de raios X por dispersão de energias (MEV-EDS), revelou a presença em associação nos mapas elementares dos elementos potássio e cloro, o que permite inferir a presença de silvite (cloreto de potássio, KCl). A associação de potássio e enxofre sugere a presença de sulfato de potássio, K_2SO_4 , ($KAl(SO_4)_2 \cdot 24(H_2O)$ alenite? ou $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ jarosite?) e associação de carbono e sódio sugere a presença carbonato de sódio hidratado, $(Na_3(CO_3)(HCO_3) \cdot 2H_2O$, (trona). O sulfato de cálcio dihidratado, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, (gesso) e cloreto de sódio, NaCl, (halite) não foram identificados, verificando-se uma dissociação nos mapas elementares do sódio, cloro, cálcio e enxofre, respectivamente.

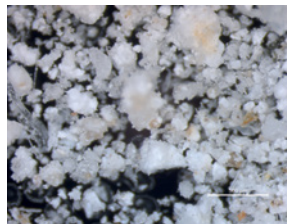


Imagem stereo-zoom sais

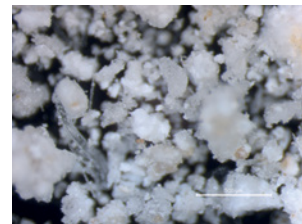


Imagem stereo-zoom sais

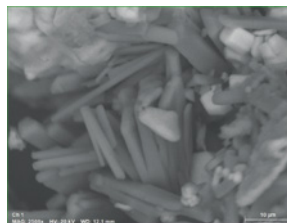
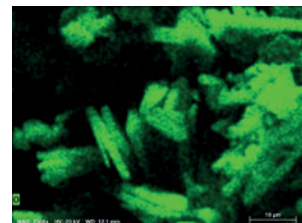
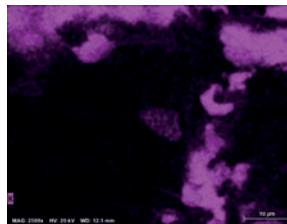


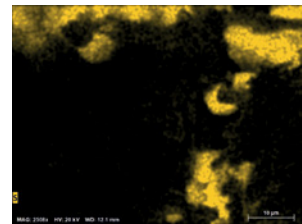
Imagem BSE



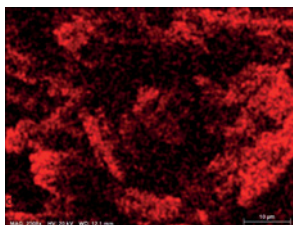
Mapa EDS: O



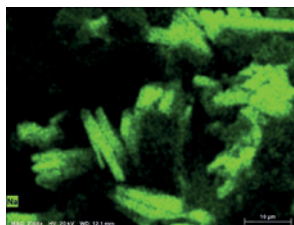
Mapa EDS: K



Mapa EDS: S



Mapa EDS: C



Mapa EDS: Na

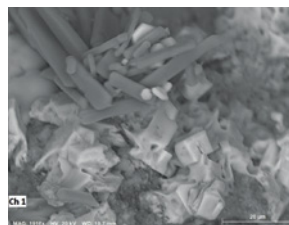
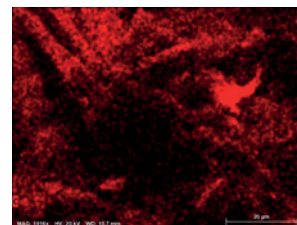


Imagem BSE



Mapa EDS: C

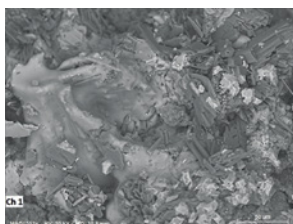


Imagem BSE

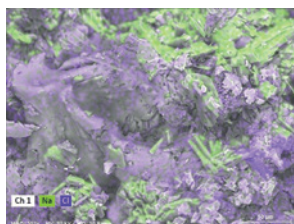
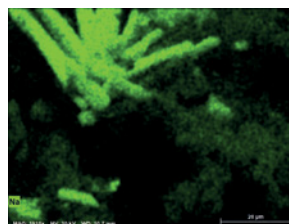
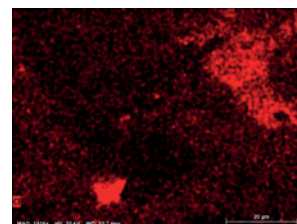


Imagem BSE + mapa EDS Na e Cl



Mapa EDS: Na



Mapa EDS: Cl

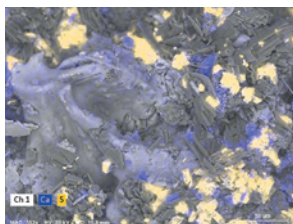


Imagem BSE + mapa EDS Ca e S

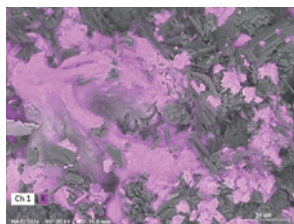
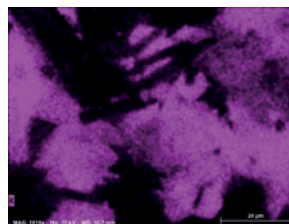


Imagem BSE + mapa EDS K



Mapa EDS: K



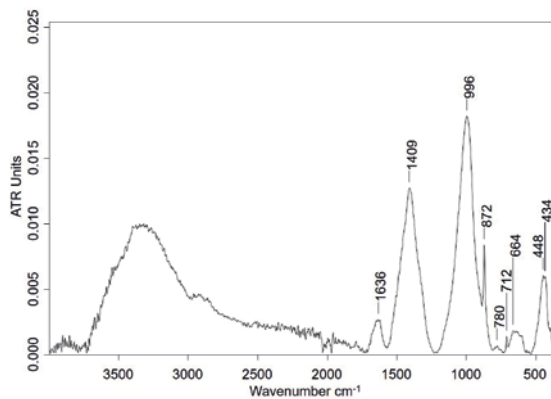
Imagem BSE + mapa EDS K, Na e Cl

PIGMENTOS

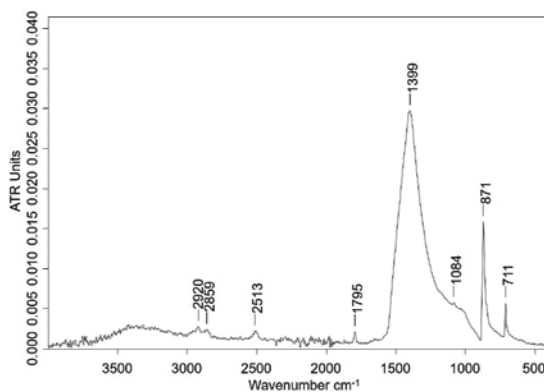
Os pigmentos foram primeiramente analisados por espectroscopia de infravermelho com transformadas de Fourier e módulo de Reflexão Total Atenuada, FTIR-ATR. Os espectros obtidos apresentam-se na Figura 05.

A análise por esta técnica permitiu inferir a presença de carbonato de cálcio, CaCO_3 , nas duas amostras de pigmentos analisadas e, ainda, na amostra 1, a presença de um composto inorgânico de fórmula química indeterminada.

Posteriormente procedeu-se à análise das referidas amostras por MEV-EDS o que permitiu inferir que as várias partículas analisadas, do brasão e do teto, são muito semelhantes do ponto de vista textural. Revelaram a presença de carbonato de cálcio (Ca em azul no mapa EDS) e partículas com silício, alumínio, magnésio, potássio, sódio e cobalto. A fratura conchoidal sugere partículas sem estrutura cristalina (vidro); o pigmento deverá assim corresponder a um esmalte com cobalto.

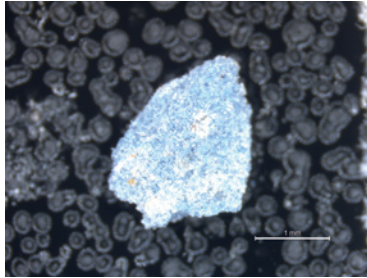


Amostra 1 - Azul brasão

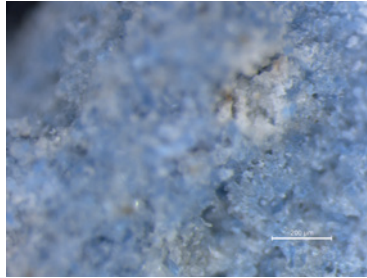


Amostra 2 - Azul teto

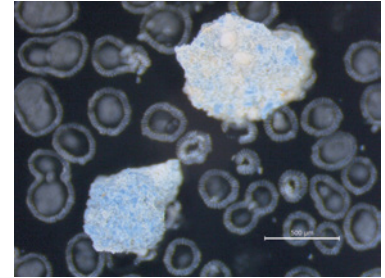
Figura 05. Espectros de FTIR-ATR das amostras de pigmentos estudadas.



Azul brasão (imagem stereo-zoom)



Azul brasão (imagem stereo-zoom)



Azul teto (imagem stereo-zoom)

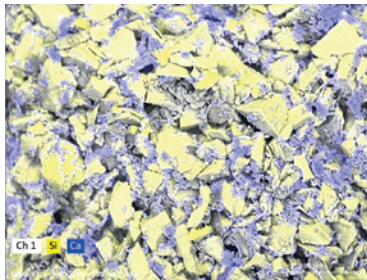


Imagem BSE + mapa EDS Si e Ca

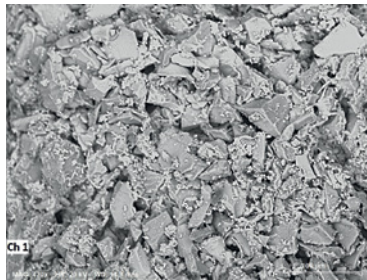
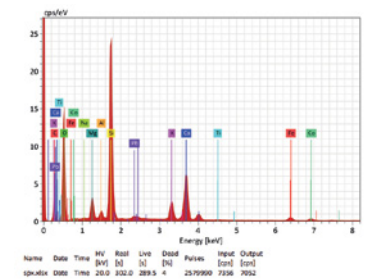


Imagem BSE



Espectro EDS área

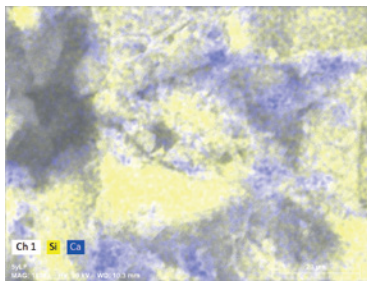


Imagem BSE + mapa EDS Si e Ca

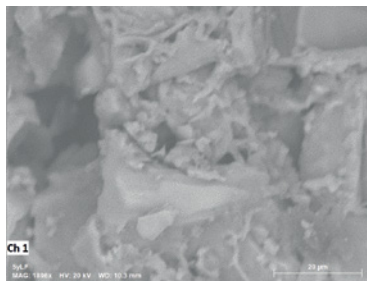
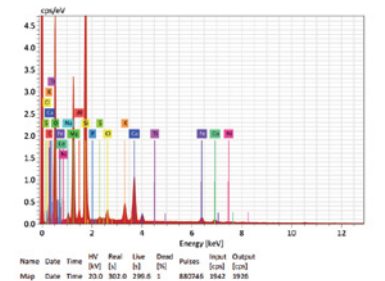


Imagem BSE ponto analisado

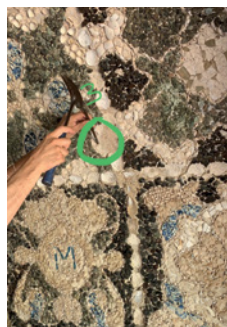


Espectro EDS ponto esmalte

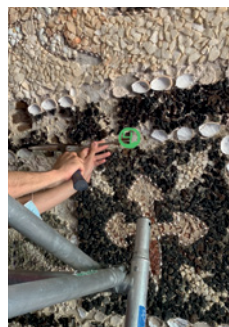
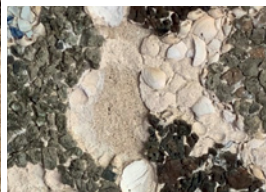
ANEXO 1. REGISTO FOTOGRÁFICO DA RECOLHA DAS AMOSTRAS SELECIONADAS PARA ESTUDO



CF-2



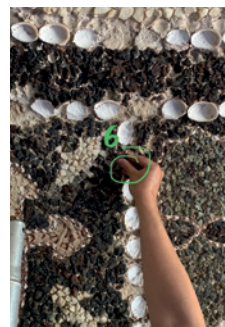
CF-3



CF-4



CF-5



CF-6



CF-7



CF-8



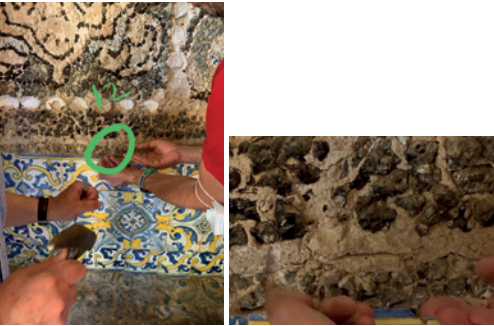
CF-9



CF-10



CF-11



CF-12



CF-13



CF-14

