

**Universidade de Évora**

**Dissertação de Mestrado em  
Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico**

**Estudo sobre as intervenções de recuperação antigas  
no sítio arqueológico de Troia : as termas**



168 053

Ana Margarida da Silva Monteiro Cosentini  
**Orientador:** Prof. Doutora Paulina Faria Rodrigues - DEC / FCT/ UNL  
Agosto de 2008

## **Estudo sobre as intervenções de recuperação antigas no sítio arqueológico de Troia: as termas**

### ***Resumo:***

Desde as décadas de 50 - 70 do século XX que as estações arqueológicas portuguesas foram alvo de intervenções e restauro, realizadas sem grande especialização ao nível do planeamento, da coordenação e da selecção de mão-de-obra qualificada para a sua execução. Passados cerca de 40 anos, observa-se que os efeitos de interacção dos materiais introduzidos com o substrato original são, em alguns dos casos, nocivos para as estruturas arqueológicas.

O presente trabalho consiste no estudo de um monumento arqueológico – as termas romanas da estação de Troia - sob o ponto de vista das intervenções de recuperação executadas no passado e a avaliação do seu comportamento. Com base na reconstrução do histórico das acções de recuperação, foi sistematizada a informação em Fichas específicas. Foram identificadas e caracterizadas (por meios ópticos) as argamassas originais e as aplicadas na recuperação, tendo sido feita uma avaliação qualitativa dos seus efeitos a longo prazo.

***Palavras-chave*** : termas romanas, argamassa, recuperação, compatibilidade.

## **Study of ancient conservation interventions on the archaeological site of Troia: the roman baths**

### ***Abstract:***

Portuguese archaeological sites have been submitted to interventions especially since the decades of 50 to 70 of the last century. These interventions have been made without great care in terms of planning, coordination, materials and human skills qualification for the work to be done.

After more than forty years, the effects of interaction between the new materials and the original substrate can be observed and are often harmful for the archaeological structures.

This dissertation aims at developing a study about assessment of past interventions and their side effects focused in a roman Bath of Troia archaeological site. This work was based on the documentation related with the past repair works that was systematized in specific forms. The original constructive mortars and repairs mortars were identified and characterized using optical means. With the purpose of documenting and assessing ancient repair treatments, a qualitative behavior evaluation was developed.

***Key-words***: roman baths, mortar, repair, compatibility.

## AGRADECIMENTOS

Quero expressar o meu especial agradecimento à minha orientadora de tese, a Professora Doutora Paulina Faria Rodrigues, por todo apoio e alento que me deu ao longo do trabalho e sem o qual não teria sido possível chegar à sua conclusão.

Aos meus colegas do Instituto por todo apoio e pela ajuda concreta na elaboração deste trabalho: Margarida Santos, Esmeralda Gomes, Vitor Santos, Frederico Tatá Regala, na recolha de material – fontes bibliográficas, registos fotográficos, amostragem – e também pela frutuosa discussão de ideias ao longo do percurso e redacção deste trabalho.

À Professora Ondina Figueiredo e ao Doutor Vasco Moreira Rato, pela paciência e disponibilidade que tiveram e por todo o apoio técnico e esclarecimentos prestados.

Finalmente, à minha querida irmã Isabel Monteiro Calha, que com a sua experiência, desde o início me acompanhou durante a fase de elaboração da tese, prestando-me sempre apoio, ajudando-me como revisora.

E acima de tudo ao meu marido, que na fase final, com a sua enorme generosidade, esteve sempre disponível e me deu muita coragem para concluir este trabalho.

**Estudo sobre as intervenções de recuperação antigas  
no sítio arqueológico de Troia : as termas**

## ÍNDICE

Resumo/ <i>Abstract</i> .....	i
Agradecimentos .....	ii
Índice .....	iii
Índice de Quadros.....	vi
Índices de Figuras.....	viii
Lista de Abreviaturas.....	xi
Glossário .....	xiii
1. Introdução.....	2
1.1. Enquadramento .....	2
1.2. Objectivos .....	3
1.3. Metodologia adoptada.....	4
1.4. Organização do texto .....	5
2. Os monumentos arqueológicos.....	8
2.1. Considerações gerais .....	8
2.2. Questões relacionadas com a sua degradação .....	9
2.3. As intervenções de recuperação .....	11

3. A Estação Arqueológica de Troia .....	15
3.1. Localização e caracterização .....	15
3.2. Descoberta e primeiras escavações .....	18
3.3. Intervenções de recuperação realizadas no passado .....	22
3.3.1. Aspectos Gerais .....	22
3.3.2. Histórico .....	25
4. As Termas .....	33
4.1. Considerações gerais .....	33
4.2. Historial .....	34
4.3. Morfologia, materiais e tecnologias construtivas.....	39
4.3.1. Sector Frio .....	39
4.3.2. Sector Tépedo .....	45
4.3.3. Sector Quente .....	47
4.3.4. Estruturas de transporte e armazenamento de água .....	48
4.4. Diagnóstico do estado de conservação e identificação das principais formas de degradação.....	51
4.5. Intervenções de recuperação realizadas nas termas.....	55
5. As argamassas .....	60
5.1. Introdução .....	60
5.2. Caracterização e funcionalidade .....	61
5.3. Utilização ao longo dos tempos .....	64

5.4. Patologias mais frequentes e suas causas .....	69
5.5. Caracterização das argamassas .....	75
5.5.1. Metodologias e técnicas laboratoriais de caracterização .....	77
5.6 Argamassas utilizadas em recuperação.....	87
5.6.1. Suas características e requisitos fundamentais.....	90
5.7. Casos de estudo de argamassas arqueológicas .....	92
6. Caracterização das argamassas constituintes do complexo termal.....	99
6.1. Introdução .....	99
6.2. Materiais e Métodos .....	101
6.3. Caracterização das Amostras .....	106
6.4. Análise crítica das argamassas introduzidas nos diversos períodos cronológicos.....	109
6.5. Discussão .....	118
7. Conclusões.....	125
7.1. Considerações finais .....	125
7.2. Proposta de desenvolvimentos futuros .....	133
8. Bibliografia .....	136
9. Anexos .....	142
Anexo I – Fichas de Caracterização de Argamassas.....	143
Anexo II – Fichas de Recuperação .....	155
Anexo III – Estudos técnico-científicoS sobre argamassas romanas .....	161

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I – Cronologia das intervenções de recuperação realizadas em Troia

Quadro II – Técnicas laboratoriais mais utilizadas para a determinação da composição química das argamassas

Quadro III-Técnicas laboratoriais mais utilizadas para o estudo da composição mineralógica e textural.

Quadro IV- Propriedades físico-mecânicas de maior interesse na caracterização de argamassas antigas.

Quadro V– Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de Troia

Quadro VI – Quadro resumo dos estudos de caracterização realizados sobre as argamassas romanas de outras estações arqueológicas em Portugal

Quadro VII – Designação das amostras de argamassas das TRT

Quadro VIII – Distribuição da ocorrência das argamassas por tipo de cada compartimento

Quadro IX – Distribuição cronológica das argamassas das TRT (originais e de intervenção)

Quadro X – As argamassas utilizadas nas três fases de recuperação das TRT

Quadro XI – Caracterização da composição das argamassas

Quadro XII - Dimensão dos agregados e proporção ligante-agregado

Quadro XIII - Composição das amostras de argamassa (% em massa)

Quadro XIV– Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de Troia

Quadro XV– Composição química das amostras de argamassa das sepulturas N°56 e N° 57

Quadro XVI – Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de S. Cucufate, Mértola e Troia



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig.1 – Mapa de Portugal com as principais estações arqueológicas do período romano
- Fig.2 – Planta geral da estação romana de Troia com os núcleos de construção assinalados
- Fig.3 – Pormenor de uma parede construída em *opus mixtum*
- Fig.4 - Pormenor de uma parede construída em *opus testaceum*
- Fig.5 – Exemplo de um refechamento de juntas (parede do *caldarium*)
- Fig.6 - Exemplo de uma reconstrução parcial (abside do *caldarium*)
- Fig.7 - Exemplo de uma intervenção para protecção de uma parede através da reconstrução de duas fiadas de pedra
- Fig.8 – Pormenor da consolidação e remate de um revestimento (cisterna)
- Fig.9 – Vista geral das Termas
- Fig.10 – Primeira planta conhecida das Trt (Apollinario,1897)
- Fig.11 - Planta geral das TRT (Etiénne, 1994)
- Fig.12 –*Apoditherium*: vista do lado Poente.
- Fig.13 –Sala dos Três Pilares
- Fig.14 – Pormenor do pavimento em mosaico (*frigidarium*)
- Fig.15 – Vista geral do pátio do *frigidarium* no seu estado actual
- Fig.16 – Pormenor do revestimento em mármore da piscina (*frigidarium*)
- Fig.17 - *Tepidarium*: pormenor da estrutura situada a Norte que suportaria um *labrum*
- Fig.18 - *Caldarium*: Sala 1
- Fig.19 - *Caldarium*: Sala 2
- Figs. 20 e 21 – Dois aspectos da arcaria do aqueduto

Fig.22 – Planta esquemática das TRT

Fig.23 – Interior da cisterna : observa-se a colonização biológica sobre o revestimento: patine de coloração branca

Fig.24 – Pormenor da base de um dos muros com vegetação herbácea

Fig.25 – Pormenor da reparação do pavimento em mosaico da piscina do *caldarium*, com uma argamassa hidráulica

Fig.26– Detalhe da reparação do pavimento de mosaico com uma argamassa hidráulica (*frigidarium*)

Fig.27 – Revestimento da cisterna consolidada com uma argamassa cinzenta (século XX)

Fig.28 – Exemplo de reconstrução, utilizando os materiais construtivos originais (anastilose): assentes com uma argamassa cinzenta (século XX)

Figs.29 e 30 – Dois exemplos reconstitutivos do século XX: década de 50-70 e 80, respectivamente.

Fig.31 - Esquema representando a composição das argamassas antigas

Fig.32 – Planta geral das TRT (Etiénne, 1994) com os locais de amostragem assinalados

Fig.33 - Tabuleiro com as amostras de argamassa

Fig.34 – Equipamento utilizado na observação, registo e caracterização das amostras de argamassa

Fig.35 – Parede situada no extremo Noroeste com reconstruções ao nível da base e do topo

Fig.36 – Solução adoptada para consolidar a abside do *prae-furnium*, utilizando argamassa de coloração cinzenta aplicada grosseiramente

Fig.37 - Reconstrução total de um pilar (*caldarium*)

Fig.38 - Consolidação e reconstrução de um dos lucernários da Sala dos Três Pilares

Fig.39 – Detalhe de uma reparação com uma argamassa cinzenta para preenchimento de lacunas e remate do revestimento (cisterna)

Fig.40 – Murete em *opus testaceum* totalmente reconstruído na década de 50-70 (século XX)

Fig. 41 e 42 – Duas vistas da reconstrução parcial do pano exterior da abside do *caldarium*

Fig.43 e 44 – Um dos exemplos de incompatibilidade : revestimento do *apoditherium* consolidado com uma argamassa cinzenta. Observam-se destacamentos

Fig.45 e 46 – Outro exemplo de incompatibilidade : revestimento do aqueduto consolidado com uma argamassa semelhante. Observam-se destacamentos

## LISTA DE ABREVIATURAS

AA – Argamassa de assentamento de alvenaria

AR-CP – Argamassa de revestimento – camada preparatória

AR-CA - Argamassa de revestimento – camada de acabamento

CA – Análise Química

DGEMN – Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais

DTA - Análise térmica diferencial

EDS - Espectroscopia de raio X por dispersão de energia

FTIR $\mu$ S – Espectrofotometria de infra-vermelho por transformada de *Fourier*

IC – Cromatografia iónica

ICCROM – *International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property*

IMOAREIA – Sociedade Imobiliária SA.

IPPAR – Instituto Português do Património Arquitectónico

IPPC – Instituto Português do Património Cultural

IPCR – Instituto Português da Conservação e Restauro

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

JNE – Junta Nacional de Educação

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ME – Ministério da Educação

MC – Ministério da Cultura

MMC – Museu Monográfico de Conímbriga

MNAE – Museu Nacional de Arqueologia e Etnologia

NMM – Núcleo de Materiais Metálicos (do LNEC)

OM – Microscopia óptica

PRODOMEA – *PROject on high compatibility technologies and systems for conservation and DOcumentation of masonry works in archaeological sites in the ME.diterranean Area*

IR - Resíduo insolúvel

SA – Análise granulométrica

SEM – Microscopia electrónica de varrimento

Tg - Análise termogravimétrica

TRT – Termas romanas de Troia

UE - União Europeia

XRD - Difraccção de raio X

XRF – Fluorescência de raio X

# **Estudo sobre as intervenções de recuperação antigas no sítio arqueológico de Troia : as termas**

*“As ruínas de Troia de Setubal constituem um inexgotável manancial archeológico. Não se dá um passeio pela praia, não se mexe na areia, que não apareça alguma cousa. Oxalá que algum Ministro se amercie d’ellas! Tanto mais que é uma vergonha que esteja a findar o século XIX, o século chamado das luzes, e Portugal deixe perder para sempre estes eloquentes vestígios da grandeza do seu passado...”*

Maximiliano Apollinário (1897)

*in:* Archeólogo Português

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

O presente trabalho diz respeito ao estudo de um complexo termal da época romana pertencente à estação romana de Troia (TRT). Inicia-se com a caracterização deste monumento, enquadrando-o no sítio arqueológico. É dado a conhecer o seu historial, as primeiras notícias e campanhas arqueológicas levadas a cabo no complexo pelos pioneiros da disciplina da arqueologia em Portugal. É realizada uma caracterização ao nível da tecnologia construtiva, que se debruça mais especificamente sobre o estudo das argamassas da época romana pertencentes a esta construção, e a sua interacção com as argamassas introduzidas posteriormente, em diferentes épocas..

O interesse pelo estudo sistemático das argamassas antigas é relativamente recente. Em 1981 surgiu um primeiro passo neste sentido, patrocinado pelo ICCROM, para o estabelecimento de uma estratégia de investigação de argamassas antigas e também do desenvolvimento de argamassas para recuperação. Entretanto a teoria da conservação tem salientado cada vez mais a importância histórica e estética da preservação das argamassa originais e o seu papel fundamental na definição da autenticidade formal e material dos artefactos históricos.

As práticas substitutivas, que ainda são a grande maioria em Portugal, originaram variadas anomalias devido a incompatibilidades de natureza físico-química, mecânica e estética entre as novas argamassas e as existentes ou os elementos que estas visam proteger. A substituição das argamassas originais, com um alto valor documental e estético, por novas, incapazes de reproduzirem as intenções e

formas de apresentação histórica, afectam o valor patrimonial e arquitectónico do monumento.

Naturalmente que as intervenções sobre o património requerem uma abordagem científica e formação especializada, utilizando metodologias e tecnologias mais similares às originais e exigindo para isso um estudo cuidadoso de cada caso em particular. No entanto, a conservação e a recuperação de argamassa antigas é muito mais que um problema técnico, porque requer uma grande capacidade crítica na sua abordagem, que é considerada fundamental, devido à grande variedade de factores presentes num monumento a ser restaurado. Deste modo a caracterização de argamassa antigas tem uma grande importância do ponto de vista arqueológico e da conservação.

As intervenções antigas constituem um testemunho material valioso no estudo e recuperação das antigas tecnologias e formas de abordagem das intervenções de recuperação passadas, são por outro lado e em algumas circunstâncias, um factor activo de instabilidade, causando aceleração da deterioração dos materiais e elementos construtivos.

## **1.2. Objectivos**

Este trabalho incide especificamente nas intervenções de recuperação antigas das TRT e tem como principal objectivo o levantamento e estudo dessas mesmas acções de conservação e restauro. Analisa-se a interacção das intervenções com o substracto original, visando distinguir os casos com um comportamento de maior ou de menor compatibilidade, de forma que os casos mais compatíveis possam ser ponderados como pontos de partida para futuras intervenções a realizar no futuro.



### 1.3. Metodologia adoptada

Para atingir este objectivo, foi aplicada a seguinte metodologia: com base numa análise macroscópica inicial do objecto de estudo, foram identificadas os diferentes tipos de argamassas presentes nesta construção, sendo depois atribuídos códigos de identificação individuais. Esta informação foi, numa primeira fase, documentada em planta, e cada tipo de argamassa foi caracterizada sob diversos parâmetros: de acordo com as suas características físicas, estado de conservação e funcionalidade. O processo de caracterização foi complementado recorrendo-se aos meios ópticos, tendo sido possível realizar uma descrição mais rigorosa, com a maior ampliação que este método de exame permite alcançar.

A informação obtida foi organizada em “*Fichas de Identificação de Argamassa*”, especialmente concebidas para este trabalho, e onde foi possível concentrar a informação de uma forma organizada e sucinta, facilitando depois todo o processo de análise comparativa entre os vários espécimes de argamassa.

Com base no historial das intervenções passadas, o mesmo método foi seguido: foram elaboradas “*Fichas de Recuperação*” onde foi compilada a informação respeitante a cada momento de intervenção com características idênticas, fazendo-se o cruzamento com a informação contida nas fichas anteriores de caracterização de argamassas. Nestas “*Fichas de Recuperação*” é realizada uma apreciação final de acordo com a maior ou menor adequabilidade de cada acção realizada.

## 1.4. Organização do texto

Num primeiro capítulo serão apresentadas as características intrínsecas aos monumentos arqueológicos e a forma específica de abordagem, do ponto de vista da recuperação, e ainda a forma como se distinguem estes monumentos do restante património edificado.

Segue-se a caracterização do objecto de estudo, enquadrado-o geográfica e cronologicamente, sendo depois no terceiro capítulo apresentada de uma forma tão completa quanto possível, a morfologia da construção, a caracterização da técnica construtiva, o diagnóstico do seu estado de conservação e o historial das intervenções de recuperação identificadas.

Serão sobretudo os aspectos ao nível da conservação que irão ser aprofundados: a identificação dos agentes causadores das diversas formas de degradação e, subsequentemente, a avaliação do papel que as intervenções de recuperação realizadas no passado desempenharam, quer na interacção com o aspecto da fruição estética e inteligível do monumento, quer ao nível mais intrínseco, da compatibilidade dos materiais introduzidos em cada momento de recuperação com o substracto arqueológico.

Neste trabalho será dada mais ênfase à caracterização ao nível técnico, seguida do diagnóstico do estado de conservação actual. No quarto capítulo extrai-se informação de diversas naturezas. Não se baseia apenas na observação visual da estrutura e no seu meio envolvente, mas também cruza informações históricas e técnicas, permitindo a reconstituição do historial técnico do monumento e a identificação das causas responsáveis pelos diversos tipos de patologias identificadas.

Diversos conceitos teóricos respeitantes às argamassas - a definição do conceito, o historial de utilização, as patologias mais correntes, serão seguidamente

expostos, visando enquadrar a problemática das “argamassas de recuperação”. Os meios laboratoriais actualmente disponíveis, e a que se pode recorrer para a identificação dos componentes ou como auxiliares de diagnósticos, serão também enunciados, sob uma perspectiva crítica, mostrando a opinião de diversos autores sobre este tema.

Para enquadrar o problema que se pretende estudar - avaliar o maior ou menor grau de compatibilidade das acções de recuperação realizada ao longo dos séculos sobre o objecto de estudo - é necessário conhecer com rigor e objectividade os materiais construtivos (neste caso, as argamassas originais das TRT). Neste sentido, no quinto capítulo são apresentados sob forma de resumo, os estudos de carácter técnico-científico desenvolvidos até ao momento, e que se debruçaram na caracterização das argamassas de monumentos arqueológicos da época romana e especificamente sobre monumentos arqueológicos pertencentes à estação romana de Tróia.

No sexto capítulo, as intervenções de recuperação realizadas no passado sobre TRT, ao nível das argamassas serão alvo de maior aprofundamento, visto este ser o objectivo deste trabalho. A inspecção minuciosa e a identificação *in loco* das várias intervenções a que as TRT foram sujeitas e a focalização de entre as várias intervenções, naquelas que introduziram argamassas novas de recuperação, serão o alvo principal deste estudo, que visa identificar a natureza dos materiais aplicados e o tipo de comportamento que suscitaram, em contacto directo com o substracto arqueológico. É também apresentada a metodologia utilizada neste estudo, desde o início do processo: a identificação *in situ* dos diferentes tipos de argamassa pertencentes ao monumento, a atribuição de códigos, a recolha de amostras e as etapas seguintes de caracterização e análise sob diversos parâmetros (da sua distribuição no imóvel e da relação da sua utilização com a funcionalidade de cada compartimento). É dada especial atenção aos diferentes

períodos cronológicos em que as acções de recuperação foram executadas e os seus efeitos a longo prazo.

## 2. OS MONUMENTOS ARQUEOLÓGICOS

### 2.1. Considerações gerais

Os monumentos arqueológicos possuem características muito particulares que, de entre o património edificado, os distingue do património arquitectónico. Pode-se dizer que a diferença fundamental entre estes dois tipos de bens imóveis é que os primeiros pertencem, na maioria dos casos, à categoria de “ruína”. Também o aspecto “funcional” que o edifício original possuía, já não entra em consideração, quando abordamos estes casos e se definem as linhas orientadoras para a sua recuperação. São sobretudo os aspectos da cultura material – inerente à filosofia da ciência da arqueologia – e as evidências das técnicas e fisionomias construtivas que assumem maior relevo e se tentam registar e preservar para a posteridade.

Este aspecto explica que, em muitos países, a filosofia de intervenção ao nível da conservação e do restauro seja, minimalista, isto é, procuram manter os vestígios arqueológicos na sua condição de “ruína”, consolidando e evidenciando todos os aspectos quer materiais, técnicos e morfológicos, sem investir em intervenções de reconstrução volumétrica.

Outra grande diferença relativamente ao património edificado, é que o monumento arqueológico, pela sua longevidade, pelas condições adversas a que foi sujeito na maioria dos casos, surge em condições muito precárias e instáveis, pelo que a forma de abordagem e de estudo das suas patologias, e as metodologias de intervenção serão, necessariamente, distintas das utilizadas em edifícios “convencionais”.

É curioso constatar que, muitas das vezes, não é apenas aos factores externos que se deve o maior grau de destruição destes monumentos, mas sim à acção do Homem. Sucessivas remodelações e reutilizações dos mesmos espaços

arquitectónicos, as guerras, a pilhagem e a reutilização de materiais, as construções posteriores (que se sobrepõem às mais antigas, desvirtuando-as, ou destruindo-as parcelarmente), constituem sem dúvida intervenções que contribuem para a destruição irreversível do património arqueológico.

## **2.2. Questões relacionadas com a sua degradação**

São numerosos os agentes responsáveis pela alteração das estruturas arqueológicas. Agrupando-os de uma forma sistemática podemos considerar os intrínsecos, que se relacionam com a estrutura interna da construção e os extrínsecos, que estão ligados à sua envolvência directa. Nos factores intrínsecos inserem-se os materiais e as técnicas utilizada para os preparar e para os associar, gerando a construção. São condicionantes estritamente dependentes do Homem como construtor e do meio social, económico e tecnológico de um determinado período cronológico.

Ainda no âmbito dos factores antrópicos, o período mais sensível – que se verifica também ser o mais “danoso” para os monumentos arqueológicos – é sem dúvida o momento da sua re-exposição aos factores externos, isto é, o momento da escavação arqueológica. O contraste ao nível dos parâmetros ambientais que existem vem despoletar um conjunto de reacções entre a estrutura construída e o ambiente, traduzindo-se em fenómenos de alteração e degradação. Com a remoção do sedimentos que a ocultavam e, simultaneamente protegiam, as estruturas arqueológicas ficam sujeitas a vários tipos de agressões. A acção dos ventos, que trazem associadas partículas de poeira, areias e outros, funcionando como uma acção abrasiva e de desgaste. Os ventos acarretam também diferenças de temperatura bruscas e secagem rápida. A radiação solar e as variações térmicas provocam a expansão térmica dos diferentes materiais construtivos. A chuva, quando associada a poluentes atmosféricos pode

provocar a dissolução dos materiais. As infiltrações das águas pluviais no interior das estruturas de alvenaria, de uma forma progressiva, poderá levar à total rotura estrutural de uma parede. A penetração de água proveniente do subsolo pelas fundações, por capilaridade ascensional, constitui também uma potencial fonte de problemas, sobretudo quando existem sais solúveis dissolvidos. Estes sais, quando se encontram sem alteração de estado, são relativamente inócuos, quando as estruturas que se encontravam protegidas (enterradas). Passando a estar expostas, as alterações de temperatura e de humidade relativa criando alterações cíclicas de cristalização/dissolução dos sais, que produzem o desenvolvimento de tensões no seio dos materiais onde os sais estão depositados, que podem conduzir à sua deterioração.

De uma forma diferente, os factores extrínsecos englobam a localização geográfica da edificação, os agentes climatéricos que se fazem sentir nesse local, a fauna, a flora, que interagem directamente sobre e no enquadramento do imóvel. Neles também se integram todas e quaisquer catástrofes naturais e a acção do Homem como utilizador, vandalizador, restaurador, e que interage de uma forma directa com o monumento.

Encontrando-se na maioria dos casos em ambientes exteriores, são essencialmente os agentes climatéricos e os factores antrópicos, os maiores responsáveis pela destruição dos monumentos ou vestígios arqueológicos. É evidente que a localização geográfica – o tipo de solo, a sua maior ou menor proximidade dos meios aquíferos (marítimo ou fluvial) ou de ambientes poluídos, o facto de se localizarem numa planície, numa encosta ou num vale profundo - irá influir certamente no modo e na intensidade com que estes factores actuarão sobre a construção.

Os agentes externos de deterioração mais recorrentes são essencialmente: o desenvolvimento biológico através da acção bacteriana, das algas e dos líquens, se bem que numa escala menor, constitui uma primeira fase do “ataque biológico”, que se traduz em consequências danosas, ao nível da degradação das superfícies. Numa fase mais avançada desenvolvem-se o musgo, as plantas e animais, numa macroescala, sendo que os seus efeitos são mais evidentes quer ao nível mecânico quer ao nível químico.

### **2.3. As Intervenções de recuperação**

Podemos afirmar que a maioria dos sítios arqueológicos em Portugal que se encontra actualmente à vista e em condições de serem visitados (Fig.1), na sua generalidade foram alvo dos primeiros trabalhos de recuperação e/ou, trabalhos de valorização - reconstituição mais alargados, durante o intervalo entre as décadas de 50 e 70 do século XX.

Estas acções desenvolvidas pautaram-se, de uma forma geral, por deficiências ao nível do aspecto de planeamento, coordenação técnica, execução, selecção de matérias-primas e materiais; critérios de intervenção e ética de uma forma geral.

A finalidade principal das mesmas era acima de tudo a resolução de problemas urgentes: maioritariamente patologias evidentes já declaradas ou noutros casos, promover a protecção de algumas estruturas após a sua escavação que, pela sua especificidade, eram consideradas mais delicadas. Em muitos destes casos, estas intervenções envolviam a introdução de argamassas de diversos tipos (diversas formulações), dependendo mais da época da sua preparação (contexto histórico-técnico), dos materiais disponíveis na região e dos conhecimentos técnicos disponíveis. Variavam ainda com a função a desempenhar no tratamento propriamente dito e com os materiais presentes.



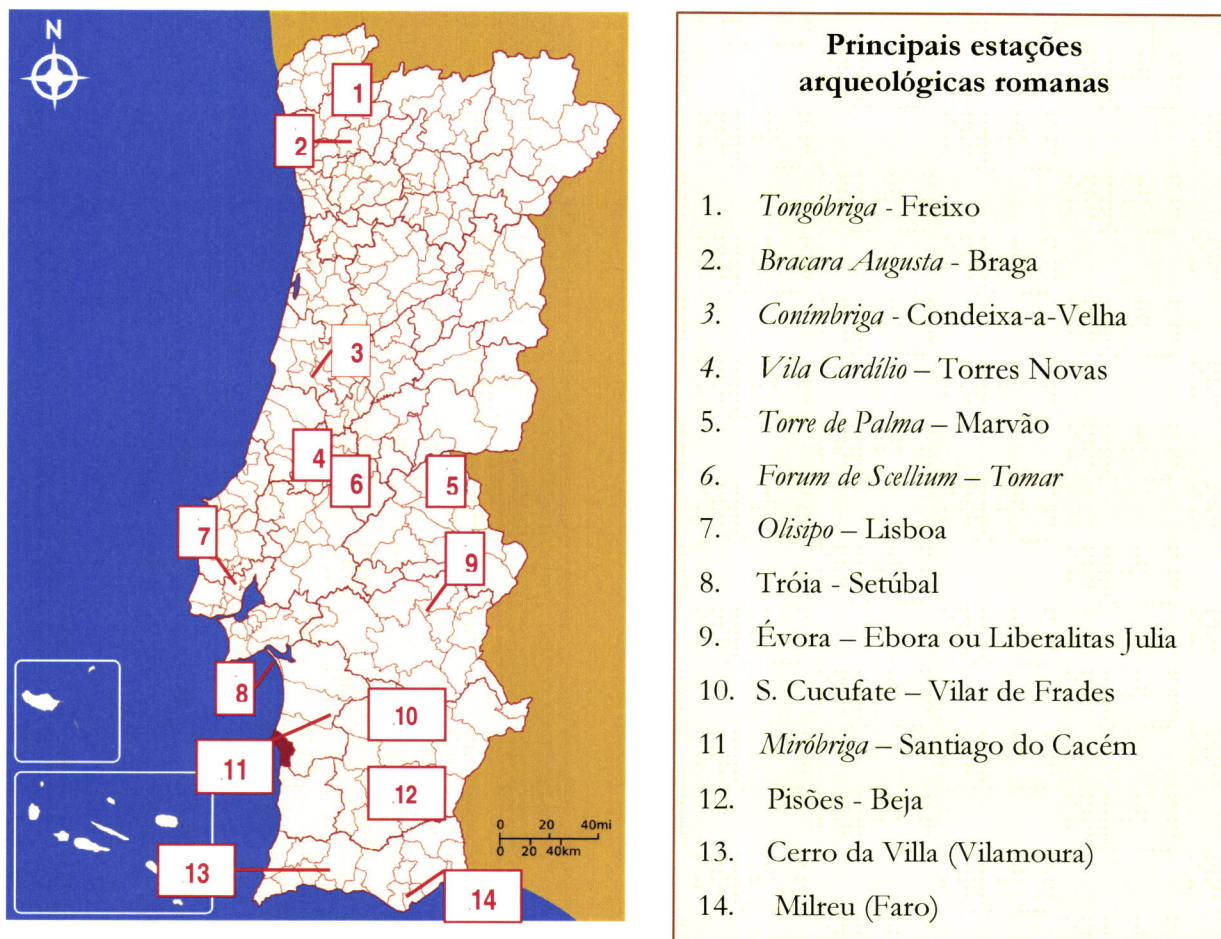


Fig. 1 – Mapa de Portugal com as principais estações arqueológicas do período romano

Estas acções foram primeiramente realizadas nas décadas de 50-70, época que correspondeu ao grande *boom* das intervenções de recuperação<sup>1</sup>. Passados mais de quarenta anos sobre estas experiências - “restauros antigos”- é possível realizar uma apreciação com um intervalo de segurança credível, para que nos permita tirar algumas conclusões sobre a maior ou menor adequabilidade destes materiais e da sua compatibilidade com os materiais originais.

A experiência tem demonstrado que muitas destas aplicações de argamassa “nova” (de recuperação), em interacção directa com o substracto arqueológico

<sup>1</sup>Segundo atesta a documentação disponível em arquivo referente às estações arqueológicas mais importantes do país (Arquivo do Forte de Sacavém da ex- DGEMN).

original, a médio ou a longo prazo desenvolvem comportamentos muito distintos. É possível visualizar melhores ou piores exemplos de compatibilidade nas diversas estações arqueológicas do nosso país. Podem-se citar-se os casos da Villa Romana de Pisões, das intervenções sobre as estruturas de Miróbriga, dos pavimentos em mosaico de Villa de Cardílio, entre outros exemplos.

Comportamentos de incompatibilidade são demonstrados nos casos em que, notoriamente existe um desajuste entre o material pré-existente e o material aplicado posteriormente, traduzindo-se em fissuras, destacamentos, contaminação salina, entre outros efeitos.

A ausência de um estudo preliminar aprofundado e rigoroso sobre o monumento arqueológico a intervir, a falta de documentação técnica sobre o objecto de intervenção (no sentido de recolher com o maior rigor o historial de intervenções passadas) não facilita a abordagem do monumento nem o seu conhecimento em profundidade, de modo a obter um diagnóstico consistente. Essa informação recolhida vem sem dúvida superar um lacuna de informação no historial técnico desta estação arqueológica, esperando-se que constitua uma ferramenta de trabalho útil que permita realizar uma avaliação cuidada do actual estado de conservação deste imóvel e auxiliar o planeamento de futuras intervenções de recuperação.

Todavia, o conceito de Conservação e Restauro – tem evoluído muito nas últimas décadas e as Convenções Internacionais têm vindo a constituir linhas orientadoras fundamentais sob o ponto de vista da ética, tendo-se vindo progressivamente a actualizar e a abordar isoladamente temas que se têm vindo a julgar pertinentes: casos da autenticidade, da retratabilidade, entre outros assuntos. A recuperação de um monumento tem o seu início no estudo preliminar rigoroso, suportado por investigação histórica e técnica, seguido de um diagnóstico do estado de conservação, sustentado com exames e análises

científicas, com o intuito de se conhecer com rigor a natureza dos materiais que compõem o imóvel, a forma como estes interagem e a natureza das patologias.

O presente trabalho de investigação, que se centra numa das construções da estação romana de Troia, pretende seguir precisamente essa metodologia. A importância da aplicabilidade deste tipo de abordagem à conservação e restauro é de maior relevo neste caso de estudo, tratando-se por um lado de um complexo termal com um grau de preservação notável, com um historial bastante rico (em termos de acções de recuperação), mas provido de escassa documentação técnica relativa aos trabalhos de conservação e recuperação nele desenvolvidos. Por ainda se encontrar pouco estudado neste âmbito, constitui sem dúvida um desafio, sendo que este estudo contribuirá para o aprofundamento do conhecimento técnico e material, que simultaneamente constituirá um ponto de partida para futuras acções de conservação e restauro que se venham a realizar no futuro.

### 3. A ESTAÇÃO ARQUEOLÓGICA DE TRÓIA

#### 3.1. Localização e caracterização

A Península de Tróia adquiriu relevância devido à sua posição geográfica. Situada na desembocadura do rio Sado, numa zona especialmente rica em marisco e espécies piscícolas fluviais e marinhas, encontra-se próxima de áreas propícias à exploração do sal. Tornou-se portanto num local designadamente apropriado para a implantação de um centro industrial de grande importância, pois oferecia as condições estratégicas que não passariam despercebidas aos colonizadores romanos.

A estação arqueológica de Troia é constituída por um dos mais interessantes complexos fabris de conserva de peixe do Império Romano, prolongando-se por uma faixa de quase dois quilómetros. Devido à sua importância histórica e arqueológica, foi classificada como Monumento Nacional pelo Decreto-Lei de 16 de Junho de 1910<sup>2</sup>. De acordo com Etiénne (1994), nos final do século I a C. foram construídas várias unidades fabris de transformação de pescado ao longo da linha da costa, estendendo-se também para o interior da Península, constituindo um dos maiores complexos fabris que actualmente se conhece do Mundo Romano. Sendo internacionalmente reconhecida como um dos mais importantes testemunhos do vigor comercial atingido pelo Império Romano no seu apogeu através da produção de preparados à base de peixe (peixe salgado, *garum*, *liquamen*) (Fabião, 1997), foi neste local elevada à escala de uma mega-indústria, sem equivalente no seu tempo, exportando para o Império Romano quantidades fabulosas de pescado.

---

<sup>2</sup> Aliás o 1º Decreto de Lei na história do Património Português que vem classificar ou distinguir um vasto conjunto de monumentos, e os eleva à categoria de Monumento Nacional (que corresponde à categoria máxima); pode-se afirmar que a classificação de muitos dos imóveis contemplados nessa listagem, ao olhos de hoje será discutível.

O complexo conserveiro foi construído nos finais do século I a.C., manteve-se em plena actividade até meados do III d.C. (Etiénne, 1994), altura em que entra num período de gradual decadência (época caracterizada por acções militares, invasões bárbaras, convulsões sociais e económicas). As conserveiras mantêm-se mas reduzem a sua actividade, abandonando alguns sectores e remodelando outros. Os últimos vestígios romanos identificados datam do século V d.C., período em que se verifica o colapso da indústria, passando eventualmente a manter apenas a produção para consumo local (Fabião, 1997) .

A dinâmica comercial alcançada por Tróia permitiu a acumulação de riqueza, a qual se traduz na abundância de cerâmicas de luxo e outros objectos apenas compatíveis com uma ostentação social evidente, que têm vindo a ser recuperados em escavações arqueológicas. Apenas uma pequena parte da estação foi escavada e, no entanto, é já evidente a riqueza e a monumentalidade do lugar.

A estação encontra-se parcialmente escavada, existindo actualmente onze unidades arquitectónicas à vista (fig.2). Ao período mais antigo (séculos I a.C.-II d.C.) pertencem as fábricas de transformação de peixe e uma unidade residencial. Finalmente o complexo termal, as duas áreas de necrópole, o mausoléu e o templo são atribuídos ao período mais tardio (séculos III-V d.C.).

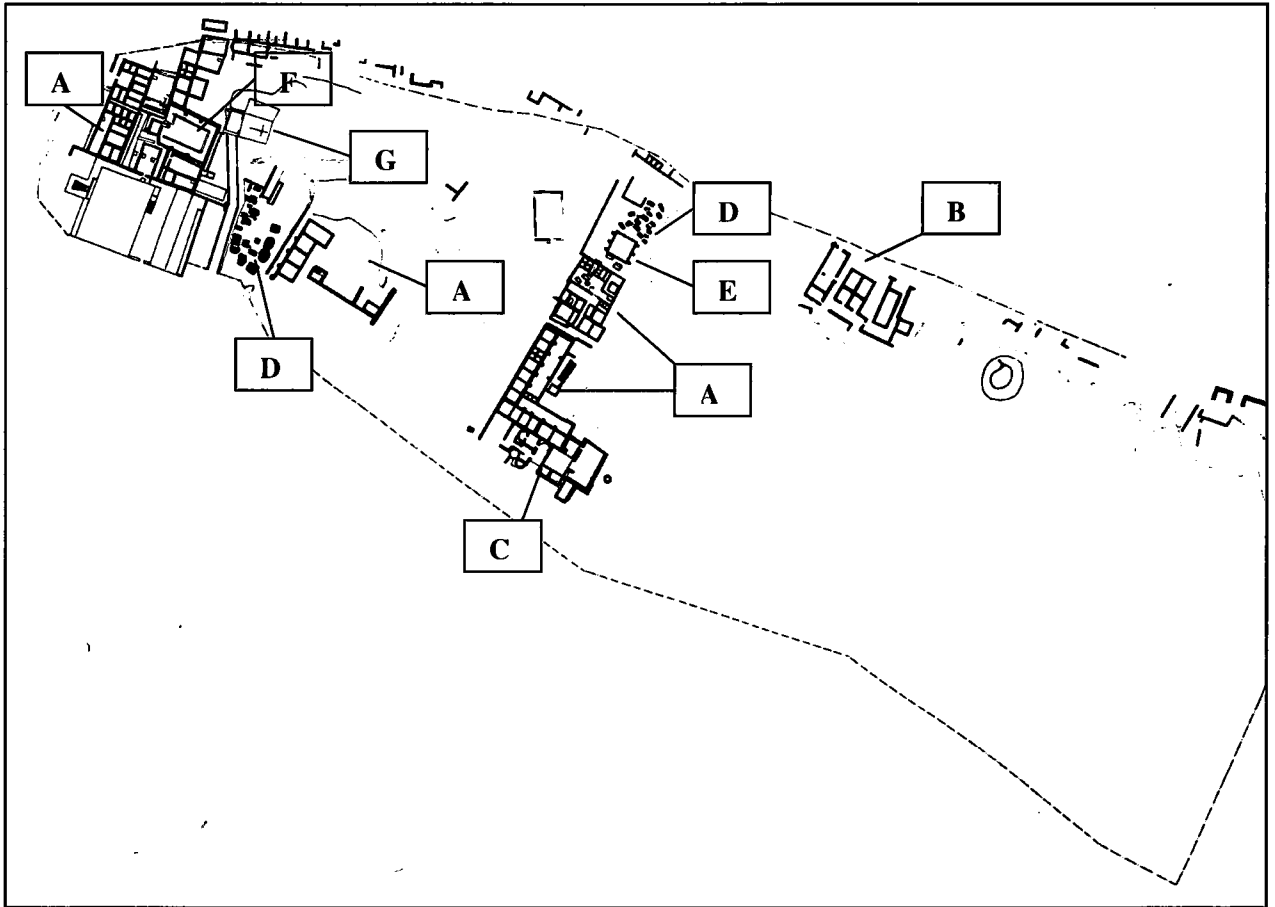


Fig. 2 – Planta geral da estação romana de Troia com os núcleos de construção assinalados

A - Unidade fabril

F – Templo Paleocristão

B - Área residencial

G – Capela de N.Sra. de Troia

C – Termas

D - Necrópole

E - Mausoléu

### 3.2. Descoberta e primeiras escavações

Conhecido a partir do século XVI, este sítio foi desde logo objecto de estudo, nele se empenhando investigadores como Gaspar Barreiros, André de Resende e João Baptista Lavanha, que registaram pela primeira vez estas ruínas e analisaram alguns objectos encontrados.

Numa relação datada de cerca de 1700, escrita por um vereador de Setúbal, refere-se que, ao construírem-se as casas e estalagens de Troia, foi encontrado um edifício com colunas e capitéis. Na mesma altura encontrou-se o denominado “templo gentílico”, o que, de certa forma, levou D. Maria I a mandar escavar o local, chegando a visitá-lo em 1842.

De facto a realeza portuguesa mostrou interesse pelas ruínas, particularmente D. Maria I, D. Pedro V e D. Carlos. Este interesse levou a que fossem desenvolvidos trabalhos de campo a partir de 1 de Maio de 1850 pela *Sociedade Archeologica Lusitana*<sup>3</sup>, expressamente constituída para promover a realização de pesquisas sistemáticas nestas ruínas, assumindo-se seus patrocinadores, o Rei D. Fernando e a Rainha D. Maria II.

As diversas campanhas de exploração realizadas, foram sobretudo incidindo na Rua da Princesa (área residencial) e na área envolvente ao Templo Paleocristão (fig.2), sendo os materiais mais significativos distribuídos por casas da nobreza de então.

---

<sup>3</sup> *Sociedade Archaeologica Lusitana* – Associação de carácter cultural e intelectual do século XIX da sociedade portuguesa, fortemente apoiada pela coroa portuguesa, tendo sido constituída especialmente para realizar escavações arqueológicas na estação de Troia, tendo as primeiras campanhas sido realizadas a 1 de Maio de 1850

Existe uma referência sobre a preocupação e o empenho de Possidónio da Silva<sup>4</sup> em dar continuidade aos trabalhos arqueológicos encetados pela *Sociedade Archeologica Lusitana* e inclusivamente, já naquela altura, da importância de adquirir os terrenos onde se encontram as ruínas de Troia:

*“...fora de toda a contestação que muito convém ao interesse da histórias e dos estudos archeológicos que (...)se proceda a excavações regulares e bem ordenadas no intuito de se realizar continuação do descobrimento d antiga povoação = Cetobriga= (...) a Real associação (') de opinião, que seria de muito interesse para a ciência que o Governo adquirisse a parte em que existem as ruínas”*

(Martins, 2003), citando Possidónio da Silva.

O mesmo autor salientava que, estas termas se encontravam demasiado expostas e vulneráveis a pilhagens, como refere a notícia de 1873:

*”a tripulação de um navio de guerra britânico ousara arrancar um mosaico da zona do caldarium do complexo balneário de Caetobriga, mediante o uso de picaretas e alavancas...”*

(Martins, 2003), citando Possidónio da Silva.

Em 1895, J. Leite de Vasconcelos e Maximiano Apollinario, respectivamente Director e Adjunto do Museu Etnológico procederam a escavações na Ponta do Verde, destacando-se no seu trabalho o estudo do túmulo de Galla (Vasconcellos, 1895). Seguem-se algumas escavações na época do Rei D. Carlos, no Chafariz da Hortinha (1897) que não tiveram seguimento devido à escassez de resultados.

Na primeira metade do século XX, Marques da Costa (Costa,1929) inicia aí uma série de investigações cujos resultados se encontram publicados na revista “O Arqueólogo Português”. Todavia este arqueólogo, não parece ter procedido a

---

<sup>4</sup> **Possidónio da Silva** – uma das figuras do século XIX da sociedade portuguesa mais polifacetadas e que muito fizeram em prol da protecção e salvaguarda do património edificado e arqueológico. Arquitecto e fotógrafo, sendo que a arqueologia também se inseria nos seus interesses, tendo sido um dos sete fundadores da Real Associação dos Architectos Cívicos e Archeólogos Portugueses, hoje designada Associação dos Arqueólogos Portugueses. Usando esta associação como instrumento da sua política de preservação e divulgação do património e sensibilização para a sua salvaguarda. A sua obra é de extrema importância e pioneira na problemática da preservação e conservação do património histórico.



escavações, mas sim acompanhado os resultados das explorações feitas pelo proprietário dos terrenos realizadas com o intuito de obter materiais de construção em 1934.

Essas explorações incidiram em grande parte na zona entre a Capela da Senhora de Troia e o «Palácio» (fig.2). São deste entusiasta pela história da região de Setúbal as melhores descrições do património arquitectónico de Troia. Embora tomando como base os modelos de Óstia (Itália) fez reconstituições; embora talvez demasiado românticas, do conjunto urbanístico da Rua da Princesa (zona residencial).

Esta sua convicção da existência de edifícios com o piso no primeiro andar, alguns dos quais revestidos a mosaicos, é um bom indicador e revela-se como um estímulo que, quando as condições para a realização de trabalhos arqueológicos contínuos se pudessem efectuar, haveria em Portugal um sítio arqueológico equiparável a Pompeia e Herculano no seu esplendor. No entanto, sendo a sua base de trabalho as descrições feitas aquando das explorações da *Sociedade Archeologica Lusitana* neste sítio em meados do séc. XIX, não terão por isso menor mérito, mesmo que já não tenha podido observar o que poucos anos antes deixou maravilhado todos aqueles que participavam nas referidas explorações.

As mais recentes campanhas de escavações iniciaram-se em 1948, com o Prof. Manuel Heleno e a sua equipa da Faculdade de Letras de Lisboa e do Museu de Etnologia, com o Dr. Leite de Vasconcelos. Há referências de trabalhos no porto romano de Troia, único em Portugal, nas termas que estão à vista e na exploração de uma necrópole assente numa camada do século I e com sepulturas sobrepostas, dos sécs. II, III, IV e da Alta Idade Média, numa altura de sete metros de estratigrafia (fig.2).

Existem referências em que, em 1762 o Dr. José Joaquim de Barros e Vasconcelos fez escavações. Em 1875 e anos seguintes os trabalhos são feitos com pouco pessoal e com grandes interrupções e apenas foi posto a descoberto um Mausoléu (Pinho Leal,1880).

Mais tarde, foram promovidas campanhas de escavação sob a égide do Museu Nacional de Arqueologia, a que se seguiram outras, dirigidas por docentes de Arqueologia da Faculdade de Letras de Lisboa, nelas participando um número significativo de alunos.

Com a implementação do complexo turístico de Troia pela Torralta na década de 70, os trabalhos arqueológicos desenvolveram-se paulatinamente embora sempre acarinhados pela presidência da empresa. A mais prolongada campanha de escavações aí realizada na actualidade data dos anos 1974 a 1976, altura em que foi posto a descoberto uma área de necrópole com um raro e valioso conjunto de sepulturas de *mensae* (fig.1).

Cavaleiro Paixão continuou as escavações iniciadas por D.Fernando D’Almeida, seu professor, agora enquadrado na nova estrutura do Estado para a preservação do Património (JNE - ME e depois MC IPPC e IPPAR). Mantiveram-se os trabalhos arqueológicos (sobretudo de natureza de estudo e manutenção do sítio) de uma forma contínua, pese embora os condicionalismos resultantes da falência e posterior venda da Torralta, os terrenos onde está a estação arqueológica serem propriedade privada e as constantes dificuldades institucionais do Estado.

No entanto, nas últimas décadas deram-se passos importantes para que este património ímpar possa ter a dignidade a que tem direito. Assim, para além da constituição de uma equipa técnica afectada ao IPPAR, foram celebrados dois

protocolos<sup>5</sup> com a actual entidade proprietária dos terrenos, viabilizando desse modo, a melhoria de condições para o desenvolvimento de acções ao nível da monitorização e manutenção do sítio, a realização de trabalhos de colaboração com outros investigadores e equipas de outras áreas, a publicação de artigos que resultam dos trabalhos realizados e o empenho num projecto de investigação financiado pela UE (PRODOMEA), que veio trazer benefícios técnicos para a estação arqueológica (Monteiro, 2003).

### 3.3. Intervenções de recuperação realizadas no passado

#### 3.3.1. Aspectos Gerais

As características de localização deste arqueosítio – situado no extremo de uma língua de areia – , exposto sem qualquer protecção natural a factores externos agressivos, e a ausência de cuidados ao nível da preservação durante um longo período de tempo, conduziram algumas das suas construções a uma situação crítica.

Este sítio é composto actualmente por cerca de onze unidades arquitectónicas parcialmente escavadas, construídas em alvenaria - *opus incertum*, *opus mixtum* (fig.3) e nalguns casos *opus testaceum* (fig.4) - utilizando maioritariamente a pedra local de origem sedimentar (calcários, arenitos e conglomerados - Brecha da Arrábida- , aglutinada com argamassas predominantemente de cal aérea e areia que apresentam granulometrias e colorações diversificadas (figs.3 e 4).

---

<sup>5</sup> - “Protocolo entre o IPPAR e a IMOAREIA, para a Salvaguarda e Valorização das Ruínas de Troia” (1999-2002) ;“Protocolo entre o IPPAR, o IPA e a IMOAREIA para a Conservação e Valorização da Estação Arqueológica de Troia” (2005-2011)



Fig.3 – Pormenor de uma parede construída em *opus mixtum*



Fig.4 - Pormenor de uma parede construída em *opus testaceum*

Existem algumas variantes construtivas, como são os casos de algumas unidades fabris (fig. 2), cujos muros são constituídos por duas “lâminas” exteriores construídas em pedra irregular alternada com tijolo, sendo o seu enchimento constituído por pedra irregular e terra argilosa. As juntas destes muros são, no entanto, preenchidas com argamassa de cal aérea.

Para além deste tipo de argamassas de cal aérea existem também as argamassas com componentes pozolânicos (utilizando fragmentos e pó de tijolo na sua constituição), utilizadas como revestimentos em algumas cetárias, cisternas, pavimentos e alguns tipos de estruturas funerárias (sepulturas de *mensae*). Existem casos de revestimentos parietais pintados, onde os estratos preparatórios e o acabamento de superfície obedecem a um maior rigor na qualidade de selecção e de aplicação de materiais. São o caso do Templo Paleocristão e alguns vestígios de revestimentos nas termas e na zona habitacional.

Os principais agentes de deterioração que actuam sobre as construções romanas são externos, mais concretamente os factores climatéricos e os factores humanos (através da ausência de manutenção prolongada, de algumas intervenções inadequadas, de actos de vandalismo e de escavações clandestinas)

As estruturas arqueológicas estão permanentemente sujeitas aos efeitos destrutivos dos agentes atmosféricos (a precipitação, a radiação solar directa, a exposição aos sais solúveis, à acção mecânica do vento, amplitudes térmicas e humidade) que têm provocado estragos significativos em praticamente todos os núcleos arqueológicos.

É notória a intensa acção destrutiva das águas do estuário do rio Sado que se faz sentir nas construções localizadas na orla fluvio-marinha (maioritariamente unidades fabris de transformação de pescado), encontrando-se aí os casos mais graves ao nível de estabilidade. Estas situações devem-se maioritariamente à acção lexivante das águas que, de uma forma progressiva vai descalçando as fundações das diversas unidades fabris que se encontram dispostas ao longo da orla, conduzindo gradualmente ao seu colapso.

Nas zonas de transição, nas imediações da zona ribeirinha, os fortes ventos que aí se fazem sentir, promovem, não apenas a destruição das coberturas de protecção instaladas no passado, como também transportam sais solúveis provenientes da atmosfera marítima, consistindo num importante factor de degradação.

No interior da Península foi essencialmente o livre desenvolvimento da vegetação superior (herbácea e lenhosa) sem qualquer controlo, durante um período de mais de dez anos, o principal agente destrutivo. Este aspecto reveste-se de especial importância, pois os seus efeitos repercutem-se não apenas ao nível da obstrução visual de todo o complexo arqueológico, mas nalgumas situações contribuem activamente para a degradação das estruturas em alvenaria, quer ao nível físico, quer ao nível químico. Outro fenómeno que assume igual importância é a progressiva deformação estrutural de algumas das estruturas arquitectónicas devido à pressão directa exercida pelas dunas de areia sobre as paredes dos núcleos parcialmente escavados (desde o século XIX).

Por fim, o livre acesso à estação arqueológica pela zona da orla fluvial, onde a inexistência de uma vedação tem permitido acções consecutivas de vandalismo, bem como escavações clandestinas, que vêm acrescentar às situações anteriores também uma acção destrutiva.

### 3.3.2. Histórico

Desenvolver um trabalho de investigação na área das intervenções de recuperação antigas em monumento arqueológicos pode-se afirmar que não se trata de uma tarefa fácil, dado que as fontes de informação são, de uma maneira geral, bastante escassas, e muitos destas acções não deixam um “marca” material muito evidente sobre as estruturas arqueológicas, com é o caso das limpezas e dos tratamentos biocidas ou cortes de vegetação (pela sua efemeridade) em monumentos a céu aberto.

O registo minucioso dessas intervenções – ao nível escrito e gráfico – desempenham um papel relevante na preparação de uma futura intervenção, quer posteriormente como documento para um futuro estudo de investigação deste cariz. Esta situação de carência de fontes escritas, verifica-se no caso de Troia, mas estende-se de uma forma genérica aos sítios arqueológicos em todo o território nacional. Este aspecto relativo à falta de documentação escrita e gráfica (relatórios, planeamentos, etc.) prende-se directamente com a época em que as intervenções foram realizadas (anos 50 a finais de 70) e na forma como à época eram abordada estas mesmas questões de recuperação.

Quando este tipo de fonte escrita é escassa ou mesmo inexistente, resta recorrer às fontes materiais que, na maior parte dos casos, nos podem fornecer pistas e informações preciosas. Através de uma observação cuidada é possível extrair dados, como sejam a extensão da intervenção, os materiais empregues, a(s) técnica(s) de aplicação, a(s) eventual(is) patologia(s) que despoletou(aram) a necessidade de intervenção. E passadas várias décadas é possível observar a reacção dos materiais de recuperação introduzidos com o substracto original

(mais ou menos adequada), bem como a sua interacção com os agentes climatéricos.

No caso específico da estação arqueológica de Troia, os elementos de informação a que foi possível ter acesso foram fontes directas de informação, através de testemunhos orais de alguns técnicos que participaram em antigas campanhas de conservação e restauro, e fontes indirectas através de alguns relatórios ou breves referências a operações e campanhas efectuadas, onde foi possível obter informações mais objectivas e detalhadas.

De acordo com o historial de intervenções de Troia, podemos agrupá-las em três grandes fases cronológicas, de acordo com o tipo de abordagem e a forma de intervir:

**1ª Fase** - Trabalhos de recuperação realizados sob a responsabilidade dos arqueólogos: 1948/49 Prof. Manuel Heleno; 1960/1976 Prof. D. Fernando D' Almeida; 1976/1979 Dr. Cavaleiro Paixão(IPPC-IPPAR), após as primeiras campanhas de escavação que puseram à vista extensas áreas de construções romanas.

**2ª Fase** - A partir de 1979-80's, as intervenções começaram a ser realizadas por técnicos com formação específica em conservação e restauro (MMC), sendo algumas das campanhas sido aulas práticas dos referidos cursos, tendo como orientador responsável o técnico de conservação e restauro Carlos Beloto.

**3ª Fase** - Após um período de interregno de aproximadamente 20 anos, em 1999 foi constituída uma equipa técnica composta por elementos do IPPAR, igualmente sob a responsabilidade dos arqueólogos Cavaleiro Paixão e Filomena Barata. Foram desenvolvidos trabalhos de manutenção, estudos preliminares de

carácter técnico-científico para caracterização dos materiais construtivos e patologias, e executados trabalhos com carácter de urgência para estabilização das estruturas em estado mais debilitado.

Quadro I – Cronologia das intervenções de recuperação realizadas em Troia

FASES DE INTERVENÇÃO	ÉPOCA	INTERVENÇÃO	LOCALIZAÇÃO
<b>1ª Fase</b>	Anos 1948-49 Anos 1960-76 Anos 1976-79	Manuel Heleno Fernando D'Almeida Cavaleiro Paixão	1948/49 - Columbário - Manuel Heleno 1968/69 intervenções nas pinturas do Templo 1973- Primeira cobertura do Templo 72/74 Inspeção e Brigadas do IJF 1975 Brigadas do IJF Grandes campanhas de consolidação e capeamento e reutilizando pedra. argamassa de cimento Construção de “caixas de sepultura” com tijolo Consolidação dos revestimentos das paredes e cetários com argamassa de cimento Consolidação dos revestimentops murais Colocação de coberturas sobre as fábricas
<b>2ª Fase</b>	Anos 1979-80's	CPC's de Conímbriga Carlos Beloto	Zona habitacional (consolidação estrutural) Sepulturas de <i>mensa</i> (consolidação e restauro) Termas (intervenções pontuais)
<b>3ª Fase</b>	Anos 1999-2000's	IPPAR DRL-DRE Equipa Técnica Empresas da especialidade LNEC	Diagnóstico e caracterização técnica das pinturas do Templo Paleocristão Plano de Desmatação Caracterização das argamassas das sepulturas de <i>mensae</i> Projecto PRODOMEA (caracterização de argamassas) Fábrica 1b) - consolidação de emergência



## **Caracterização dos tratamentos de cada época de intervenção:**

**Anos 50-70:** Utilização em larga escala de argamassas cinzentas muito rígidas, reconstrução abusiva, capeamento generalizado, pouca preocupação estética (refechamento das juntas realizadas de uma forma grosseira, construção de caixas de sepultura em tijolo e aparentemente argamassa cimentíceas), preocupações ao nível estrutural e não de reconstituição da morfologia (caixas de sepultura); instalação de coberturas de protecção nas construções consideradas mais vulneráveis; ausência de registo escrito; registos fotográficos não sistemáticos.

**Anos 80:** Nova metodologias, cuidados na selecção dos materiais para a formulação de argamassas de recuperação, em termos de compatibilidade com o substracto original; preocupação ao nível estrutural; utilização de resinas acrílicas; registos (fotográficos, relatórios).

**Anos 90/2000:** trabalhos arqueológicos de carácter essencialmente preventivo, campanhas de registos, levantamento topográfico exaustivo, trabalhos de conservação essencialmente ao nível do planeamento global (limpeza e desmatação, campanhas de diagnósticos, monitorização da velocidade de degradação das construções em perigo através de fotografia e estudos ao nível técnico e científico em termos da caracterização dos materiais construtivos e das patologias, para preparação de futuros tratamentos de conservação e restauro). Foram realizadas intervenções directas apenas sobre as estruturas em perigo, como por exemplo a entivação de uma parede, o abate de um eucalipto cujas raízes se encontravam a destruir um contraforte e a consolidação das fundações de uma fábrica em perigo de colapso.

Os primeiros trabalhos arqueológicos levados a cabo pelos professores da Faculdade de Letras de Lisboa, resultaram em grandes campanhas de recuperação que abrangeram quase todos os monumentos da estação. Sabe-se que o tipo de mão-de-obra e as metodologias de trabalho utilizadas, não obedeciam a um grande rigor técnico.

Estas acções caracterizaram-se por ser essencialmente de consolidação: fecho de juntas, capeamentos e protecção (instalação de coberturas) sobre os complexos que se consideraram mais vulneráveis (os templo, as fábricas de salga de peixe) e capeamentos dos topos dos muros. Realizaram-se raras reconstruções: a construção de uma a duas fiadas nos topos dos muros (nas fábricas de salga de peixe e nas termas por exemplo), para a sua protecção, reutilizando pedras angulosas voltadas para cima, para desse modo evitar que os muros fossem pisados.

As acções de conservação e restauro realizadas ao longo das décadas de 50-70 do século XX, revelam claramente não serem objecto de um planeamento rigoroso, nem de um processo de documentação sistemático. Apenas alguns aspectos eram registados, desenhados e fotografados; a documentação existente, encontra-se muito dispersa, é esporádica e muito incompleta. A informação relativa aos trabalhos desenvolvidos durante constam essencialmente de testemunhos orais dos diversos intervenientes que colaboraram neste trabalhos, e os diversos arquivos documentais e fotográficos onde existem as escassas informações a este respeito (nomeadamente nos arquivos da ex-DGEMN, recorrendo aos Processos Administrativos e aos Processos de Obra, e aos arquivos do MMC).

Na década seguinte, a disciplina de conservação começou a afirmar-se, e simultaneamente a profissão de conservador-restaurador começou a constituir uma realidade no nosso país com o advento dos primeiros cursos técnico-profissionais organizados pelo MMC. Estas iniciativas ao nível da formação

vieram trazer uma mudança substancial na forma de abordagem dos bens culturais e dos seus tratamentos de conservação, análise e avaliação de situação. Os trabalhos, desde então foram desenvolvidos com um suporte técnico e científico, recorrendo a especialistas quando se demonstrou necessário. Os trabalhos realizados nesta década são: a consolidação estrutural da área residencial, a consolidação e restauro das sepulturas de *mensae*, as diversas intervenções de fixação e consolidação dos revestimentos murais do Templo Paleocristão entre outras acções de recuperação pontuais noutros núcleos. Estes trabalhos pautam-se por um tipo de abordagem diferente, pela existência de critérios, de planeamento das intervenções propriamente ditas, que posteriormente foram executados por pessoal com formação adequada ou alunos em formação, na maioria das vezes em regime de estágio.

A partir da década de 60, com o advento das Convenções Internacionais, as autoridades governamentais iniciaram uma nova forma de abordar as questões da conservação do património, onde por exemplo a DGEMN e o Museu Monográfico de Conímbriga desempenharam um papel preponderante nesta época.

Reportando-nos à década de 30-40 do século XX, e apoiando-nos na escassa documentação relativa às intervenções de recuperação sobre o património edificado e arqueológico, nos poucos casos que vemos documentados (Boletins da DGEMN), verifica-se que, nos casos mais delicados onde era requerido um conhecimento mais específico e experiência profissional, este saber técnico era “importado” da Europa, maioritariamente de Itália, com conservadores-restauradores especialistas a integrarem a equipa de trabalho portuguesa

Mas a “situação-tipo” seundo a qual operava nas estações arqueológicas no nosso país, quando estas necessitavam de operações de limpeza e de recuperação, era caracterizada por estas intervenções serem realizadas por mão-de-obra sem formação específica (pedreiros, ajudantes de pedreiro), utilizando os matérias correntes de construção para a realização dos trabalho de conservação e

de restauro, como comprovam as facturas de pagamentos destas operações específicas, (aliás dos poucos registos escritos disponíveis, através dos quais se pode obter informação técnica mais objectiva referente a este tipo de intervenções) e onde vêm discriminados o tipo de mão-de-obra e os materiais utilizados. Muitas vezes também é possível saber a proveniência das matérias-primas usadas, através das referências das “estâncias” de construção, ou também quando estas provinham do reaproveitamento de outras construções ou do próprio monumento<sup>6</sup>.

Os trabalhos eram supervisionados, na maior parte dos casos, pelos arqueólogos responsáveis pelos trabalhos de escavação arqueológica ou, nalguns casos pontuais por arquitectos. Casos existiram, como foi o exemplo do planeamento da cobertura sobre o Templo paleocristão em Troia, onde existiu um grupo de diferentes intervenientes que participaram e forneceram a sua apreciação técnica na concepção da nova cobertura, casos dos engenheiros da ex-DGEMN e a consultoria da Dra. Adília Alarcão, na altura, Directora do MMC<sup>7</sup>.

O tipo de operações realizadas nestas acções de recuperação, foram essencialmente conservativas e de protecção. Porém, existiram muitas operações de reconstrução/restauro, sem base científica mas de inspiração muito romântica, baseada noutros exemplos de monumentos de outras estações (por exemplo a reconstrução do Templo, em Miróbriga, realizado por D.Fernando d’Almeida).

Em termos dos materiais que eram utilizados para a realização dessas operações de recuperação, eram essencialmente argamassas com ligante cimentício (cimento *Portland*) e, mais raramente, de cal hidráulica; muito provavelmente o recurso a este primeiro tipo de ligante prender-se-ia com as características de forte coesão e aparente durabilidade que este demonstrara no campo da construção civil, e que pudesse ser vantajosa na aplicação em reparação de monumentos históricos

---

<sup>6</sup> Documentação existente no Arquivo do Forte de sacavém da ex-DGEMN: Processos de Obra

<sup>7</sup> Documentação existente nos Processos do ex-Instituto Português de Arqueologia

e arqueológicos. As intervenções de recuperação e de protecção realizadas na Estação Arqueológica de Tróia acompanham de perto o historial das campanhas arqueológicas que se sucederam desde as campanhas do século XIX.



Fig.5 – Exemplo de um refechamento de junta (parede do *caldarium*)



Fig.6 – Exemplo de uma reconstrução parcial (parede do *caldarium*)



Fig. 7 – Exemplo de uma intervenção para protecção duma parede através da reconstrução de duas fiadas de pedra



Fig.8 – Pormenor da consolidação e remate de um revestimento (cisterna)

Passados mais de quarenta anos, é possível afirmar que grande parte destes trabalhos de recuperação concorreram em muito para o grau de preservação que estas construções conservam ainda hoje. Porém, outras delas contribuíram para a aceleração da sua degradação.

## 4. AS TERMAS

### 4.1. Considerações gerais

O objecto de estudo deste trabalho corresponde a uma pequena área deste complexo industrial – as termas – que se julgam, como aliás todas as outras construções não fabris, que serviriam de apoio à população que trabalhava directa ou indirectamente nesta industria de transformação de pescado.

Das onze unidades arquitectónicas actualmente escavadas nesta estação romana, as termas revestem-se de especial interesse para o presente estudo por um lado, porque são à partida muito escassos os estudos no âmbito da conservação, existindo apenas trabalhos publicados na área da arqueologia (Etiénne, 1994 e Reis, 2004) onde é realizada a sua descrição morfológica e técnica e onde são descritas e interpretadas as várias dependências que constituem este complexo termal.

O facto de não existir ainda um estudo sob o ponto de vista do seu actual estado de conservação, e de uma avaliação e identificação dos possíveis factores que contribuíram para o seu actual estado de decaimento, levou à selecção das termas como objecto de estudo.

Outros trabalhos de carácter técnico-científico realizados no passado, incidindo na caracterização das argamassa contituíntes e nos possíveis factores de degradação, foram realizados sobre outros núcleos de construção. Este serão elementos de trabalho complementares e muito úteis para a interpretação dos resultados do presente estudo, visto que haverão necessariamente pontos de convergência na composição de argamassas com a mesma função na construção, quando realizadas na mesma época e no mesmo contexto geográfico.



Fig.9 – Vista geral das Termas.

## 4.2. Historial

O complexo termal de Troia foi identificado pela primeira vez no século XVI, embora as primeiras obras publicadas datem do século XIX (1855/56), como consequência das campanhas de escavação realizadas pela *Sociedade Archeológica Lusitana*. Nessa época foram postos a descoberto vários compartimentos com funcionalidades específicas: a grande sala de entrada, o sector frio, o sector tépido, o sector quente e o *praefurnium*, embora algumas estruturas nessa altura ainda não tivessem sido escavadas, como era o caso do reservatório de água (cisterna) e do *apoditherium*, ambos actualmente à vista.

Foram mais tarde objecto de descrição e publicação por parte de Apollinário (1897) que identifica na primeira planta publicada das termas (fig.10), o sector quente (*caldarium*), as piscinas (*alvei*) e outros recintos.

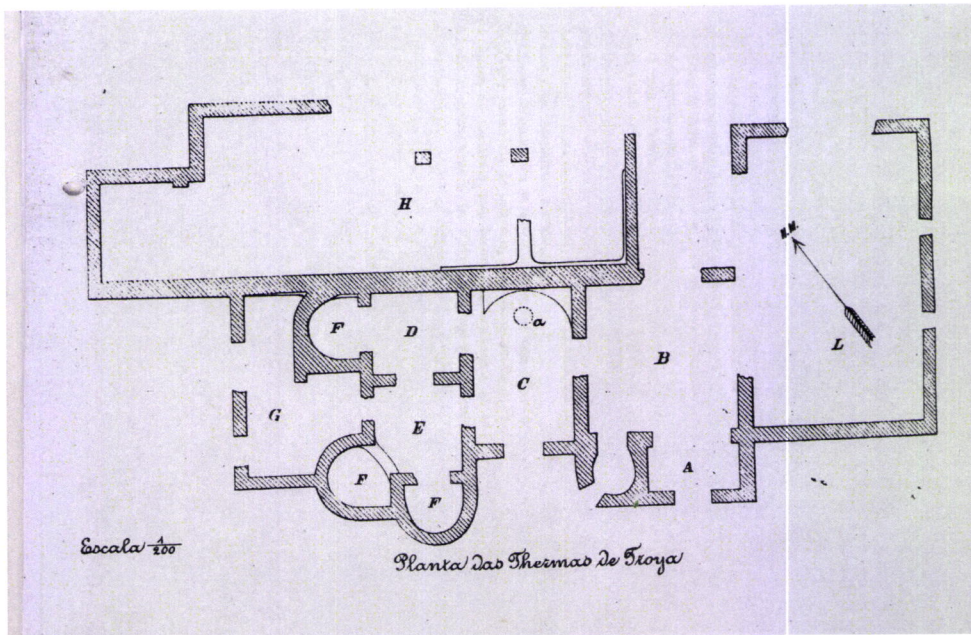


Fig.10 - Primeira planta conhecida das TRT (Apollinario, 1897)

A - Piscinas ; B - *Frigidarium* ; C- *Tepidarium* ; D,E e F – *Caldarium*

G – Espaço de apoio à zona de serviço; L - Sala dos 3 Pilares

Possidónio da Silva, citado por Martins (2003), faz referência a determinados aspectos arquitectónicos de grande sumptuosidade tais como os revestimentos musivos - embora não os localize com rigor – que terão sido objecto de furto. Este autor refere que no ano de 1873 a tripulação de um navio britânico arrancou um mosaico do *caldarium*, o que comprova que existiriam uma exuberância decorativa nestas termas. Com base nas evidências materiais que persistiram até aos dias de hoje, supõe-se que estes revestimentos musivos pertenceriam ao sector quente e tépido, visto ainda existirem vestígios de pavimentos de *opus tessellatum* numa das suas piscinas.

Outros autores, confirmam também a riqueza decorativa deste complexo termal:

“...restos de óptimas *thermas*, que foram ornadas de colunas de mármore, de mosaicos, e as suas paredes interiores faceadas de mármore de várias cores, assim como o edificio embelezado de outras obras de arte” (D. Fernando d’Almeida citado por Castelo-Branco, 1963)

As escavações arqueológicas prosseguiram na zona das termas num período mais tardio, sob a responsabilidade do Director do MNAE, José Leite Vasconcellos e



por Manuel Heleno da Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras. Em 1994, foi descoberto um lintel de mármore – um elemento arquitectónico de grande valor .

Situadas no interior da Península, do seu lado SE, encontram-se adossadas do lado Sul a uma das unidades fabris de transformação de pescado.

O edifício desenvolve-se de Este para Oeste, possui 36 metros de comprimento (sem incluir o poço que alimentava as termas) e uma largura média de 8,5 a 11 m a Oeste e de 15 a 19,5 m a Este, cobrindo uma superfície total de cerca de 450 m<sup>2</sup>.

A sua localização poder-se-à interpretar de duas formas distintas. Segundo alguns autores (Alarcão, 1994), estaria eventualmente associada ao funcionamento das fábricas de transformação de pescado, considerando que estas se destinavam ao pessoal fabril (exigindo a área residencial outro estabelecimento para banhos, eventualmente maior e mais luxuoso). O mesmo autor sublinha a fraca probabilidade de as duas estruturas funcionarem em simultâneo, visto que as termas (com o seu sector quente e tépido) produziriam um aquecimento certamente excessivo para a preparação do peixe, na fábrica contígua; e a incomodidade que deveria haver para os utilizadores do balneário, devidos aos odores procedentes da fábrica.

Outros autores (Reis, 2004), defendem que estas seriam umas termas privadas pertencentes a uma *villa*, que se encontraria nas imediações destas, mas ainda por descobrir:

*“Troia era um vicus e supõe-se que a Nascente deste complexo industrial se situava a casa do proprietário. Os autores dos últimos estudos realizados sobre o complexo de Troia consideram que este edifício era como um balneário privado (haveria uma casa particular em conexão directa?”* (Reis, 2004).

Apesar do conceito do balneário privado proposto por Reis (2004), esta autora sugere que este edifício termal não funcionasse apenas para uma área privada

mas, devido à sua localização, fosse possível que também constituísse também uma infraestrutura de apoio à própria fábrica de salga do negócio em si, sem que possamos excluir a hipótese de que se trate de um edifício semiprivado, com um sistema de aluguer.

Parece ser importante ver neste estabelecimento termal uma a zona social de apoio à actividade económica, onde se poderiam realizar as trocas comerciais. Talvez este motivo existisse, e dele surgisse a necessidade de se construir um espaço amplo para esse fim: a conhecida Sala dos três Pilares.

São várias as evidências que indicam que este balneário foi construído durante a segunda fase da fábrica de transformação de pescado situada a Norte, devido à sua localização e ao aproveitamento de um dos seus tanques desactivado, no extremo SE. Esta fábrica – inicialmente de grandes dimensões – foi dividida numa fase mais tardia (finais do séc II d.C.) em três unidades fabris de dimensões mais reduzidas (Etiénne, 1994).

Actualmente, não é possível precisar uma evolução cronológica da sua planta, pois ainda não foram realizadas sondagens arqueológicas com esse propósito. Por esse motivo desconhece-se se este balneário se sobrepõe a um edifício termal anterior. Apenas foram postos a descoberto os vários compartimentos funcionais das termas, na sua última fase de existência (fig.11).

O que se pode afirmar é que este edifício corresponde aproximadamente ao último período de ocupação do Império Romano – contendo já algumas remodelações tardias. Segundo Reis (2004), este edifício esteve activo entre os séculos II e V da nossa era, sendo provável que tenha deixado de funcionar quando cessou também a produção de molhos e peixe salgado no sítio (cerca de meados do século V d.C.).

Embora as condições de preservação de alguns dos sectores nos permitam identificar a estrutura dos períodos antecedentes, de acordo com Etiénne (1994) não é possível entender todo o processo de transformação deste edifício ao

longo dos séculos, mas apenas descrever o que nos é possível observar actualmente, fazendo alusão às evidências arquitectónica anteriores.

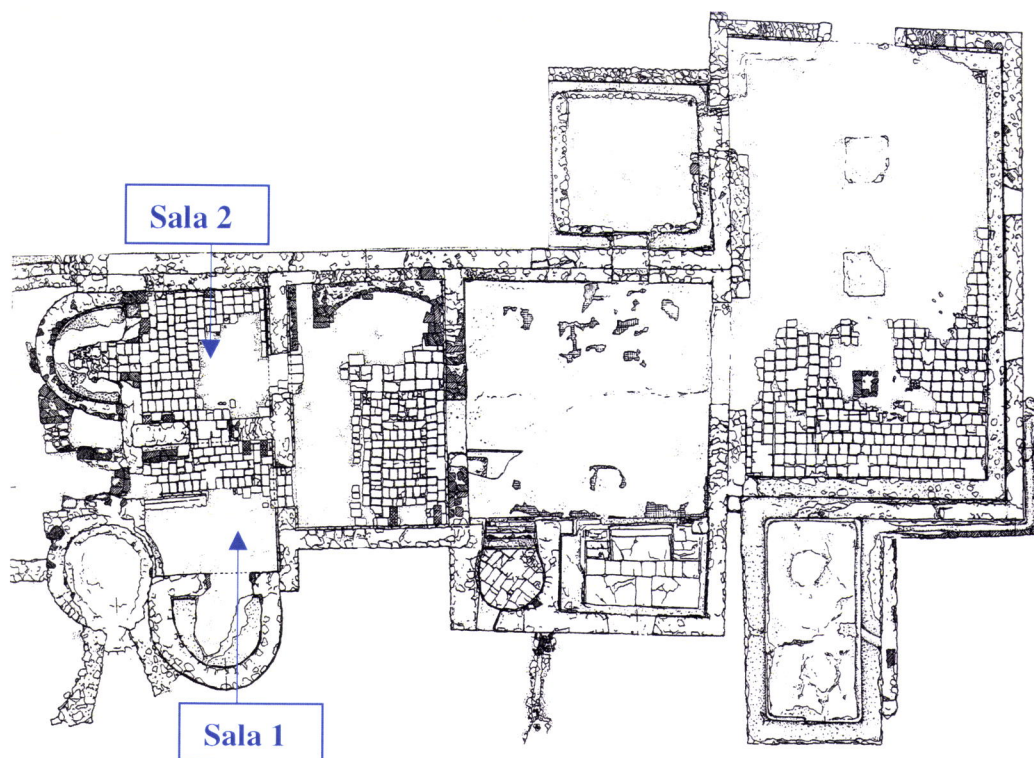


Fig. 11 – Planta geral das TRT (Etiénne, 1994) com as duas salas contíguas do *Caldarium* assinaladas.

### 4.3. Morfologia, materiais e tecnologias construtivas

Da estrutura elevada das TRT restam-nos apenas as paredes perimetrais e algumas das paredes que dividem os diferentes compartimentos. Estas foram maioritariamente construídas em alvenaria mista de pedra irregular, com inclusão de material cerâmico, assente numa argamassa de cor clara e textura grosseira.

Utilizando a terminologia romana podemos chamar a este tipo de solução construtiva *opus incertum* e *opus mixtum*. Por vezes era também utilizado *opus testaceum* – alvenaria de tijolo.

Nesta construção foram utilizados vários tipos de pedra, com predominância para o material das regiões limítrofes: o calcário da Arrábida, o grês e o conglomerado vermelho do Alto Viso (Jurássico Superior), designado vulgarmente por “Brecha da Arrábida”. No entanto, podemos visualizar pontualmente outros tipos litológicos, como o basalto e o granito, que não existem na região.

Este tipo de pedra provém de outros pontos geográficos e poderá eventualmente ter tido origem no lastro que era utilizado no navios que vinham abastecer-se a Troia, e que, depois de carregados de mercadoria, abandonavam esse lastro no local.

Observa-se também a utilização de material cerâmico, como o tijolo maciço tradicional à época e fragmentos de telhas (telha de canudo ou *imbrex*). Estes foram utilizados essencialmente como nivelamento das paredes.

#### 4.3.1. O Sector Frio

Este é o sector melhor preservado e por isso mais facilmente identificável. É constituído não apenas pelo *frigidarium*, mas também pela zona do *apoditherium* e por uma grande sala coberta, a “Sala dos três pilares”, destinada provavelmente à

prática de exercícios diversos, a reuniões e ao convívio, quiçá também apoiando as actividades económicas como referido anteriormente (vide pag. 37).

As tecnologias construtivas utilizadas neste sector são bastante semelhantes às utilizadas nos restantes. O recurso à utilização de tijolo partido pode ser identificado na construção das paredes em *opus incertum*, que se supõe ser para auxiliar a manter a horizontalidade da parede, em espaçamentos de cerca de 40 em 40 cm, visto que a pedra utilizada neste tipo de aparelho é muito irregular. Nesta área em particular, foram empregues blocos de pedra de dimensões consideráveis assim como o tijolo.

### **O Apoditherium**

Durante o século III d.C as TRT permitiam ao banhista entrar por um *apodytherium* (4,35 m x 4,45 m). Este compartimento corresponde a um tanque que antes pertencia à fábrica de salga de peixe contígua, localizada a Norte. A sua desactivação situa-se nos finais do século II d.C. e a sua integração no balneário no século III d.C (Etiénne, 1994). Esta dependência possui em todo o seu redor uma banquetta contínua em alvenaria que adossava em parte, ao bordo inferior do antigo tanque de salga (fig. 12). O espaço tinha duas aberturas, uma directamente sobre o *frigidarium* e outra sobre um ampla sala: a Sala dos 3 Pilares.



Fig.12 – Apoditherium: vista do lado Poente



Fig. 13 – Sala dos Três Pilares

## A Sala dos Três Pilares

Esta dependência localizada no extremo Nascente, corresponde a uma grande sala de 12,30 x 7,62 m, que aparenta ter sido uma adição tardia ao complexo termal. Possui uma comunicação com o exterior e outra com o interior das termas: com o *apoditherium* e com o *frigidarium*. Construída em *opus mixtum*, a maior sala do complexo termal mantém ainda o arranque de janelas e uma banquetta em toda a volta das paredes interiores, característica dos espaços vestibulares termais romanos, com umas medidas médias de 50 cm de largura, por 60 cm de altura..

Fazendo o cálculo da ocupação do espaço por pessoa, de 40 cm por cada uma (como nos teatros), poder-se-iam sentar até 75 pessoas.

As paredes eram totalmente revestidas a estuque pintado com motivos geométricos que hoje são difíceis de reconstituir, dado o seu avançado grau de deterioração. O pavimento encontrava-se revestido de ladrilhos quadrangulares em cerâmica de 28,5 cm x 29,5 cm (fig.14). Seria certamente uma sala bem iluminada pelas duas janelas situadas na parede Oeste, que constituem dois lucernários, pois são mais largas no interior e mais estreitas no exterior. Teria três pilares centrais onde a cobertura seria apoiada. A sua funcionalidade era desconhecida, ainda que esteja possivelmente relacionada com as actividades relacionadas com o complexo termal: jogos, desporto e convívio.

### *O Frigidarium*

O complexo do *frigidarium* parece ser também uma secção construída tardiamente e adicionada posteriormente ao bloco do sector quente, como aliás se pode constatar através da análise da planta (fig.11) - observa-se que o rectângulo onde se inscreve o sector frio não se encontra ortogonal, podendo-se observar uma

certa distorção na direcção Sudoeste. Este ligeiro desvio à ortogonalidade deve-se-á certamente a pré-existências no terreno.

As dimensões gerais deste complexo são de 6,7 m de largura e 9 m de comprimento. Este conjunto não prefaz um rectângulo perfeito. Todo o conjunto do sector frio possui uma área aproximada de 58,50 m<sup>2</sup>.

No seu estado actual, o *frigidarium* é composto por um pátio de planta quadrangular e por duas piscinas, uma de formato semi-circular e outra rectangular. Aparentemente estas duas *alveii* teriam sido, na antiga configuração das termas, uma antiga piscina de maiores dimensões ou a antiga cisterna (Etiénne, 1994).

Com efeito, o pátio ocupa um pouco mais de dois terços da superfície total, e o sector das piscinas totaliza menos de um terço (cerca de 16,5 m<sup>2</sup>). A superfície dos banhos frios é superior à área ocupada pelos banhos quentes.

O pátio de planta aproximadamente quadrangular, apresenta as seguintes medidas nos seus quatro lados: 6,44 m a Sul; 6,76 m a Norte; 6,43 m a Oeste e 6,21 m a Este. Com 41,60 m<sup>2</sup> de superfície, o pavimento na sua fase inicial era totalmente revestido a *opus tessellatum*. Posteriormente, parece ter sido quase totalmente coberto por duas camadas de argamassa *opus signinum*, deixando apenas algumas “janelas” de mosaico à vista.

Os motivos decorativos que se podem visualizar são por exemplo gregas e tranças tricolores originais (Viegas, 1993), datadas do século II d. C.

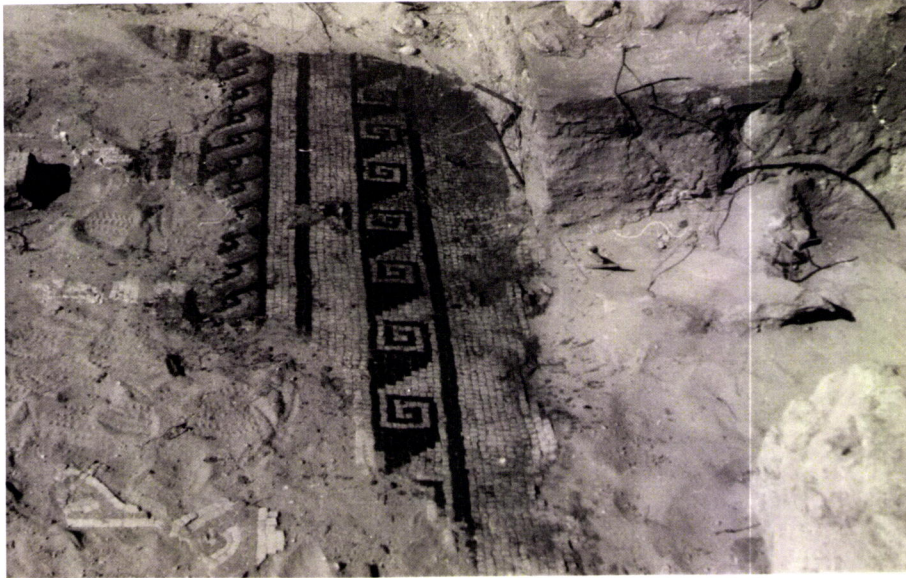


Fig.14 – Pormenor do pavimento em mosaico (*frigidarium*)

Os muros internos deste sector são revestidos por um reboco de cor clara com um acabamento muito fino, onde ainda é possível observar resquícios de pintura vermelha escura, como se pode constatar no ângulo Norte-Este, o que nos leva a supor que as paredes seriam revestidas com pinturas. Esta decoração é semelhante àquela encontrada nas piscinas frias (*alveii*) assim como no *apoditherium* e na Sala dos 3 Pilares. Estas termas apresentariam, nos últimos tempos da sua utilização, uma grande unidade decorativa (Etiénne, 1994).





Fig. 15 – Vista geral do pátio do *frigidarium* no seu estado actual.

As duas piscinas são englobadas num mesmo conjunto rectangular de 7,40 m x 3 a 3,20 m. A piscina situada mais a Poente, que apresenta uma planta semi-circular, é construída em alvenaria de tijolo, possui três degraus de acesso e é totalmente revestida a mármore nos degraus e no banco do reservatório. Estas placas alcançavam 1,40 m de altura (em relação ao fundo da piscina), limite a partir do qual a parede era decorada com pintura mural com listas vermelhas escuras sobre fundo claro. Praticamente contígua existe uma segunda piscina de planta rectangular (3,91 m x 2,47 m) com dois degraus laterais. Este acesso está situado a Este, formando um angulo recto, enquanto que a escadas a Oeste fazem uma inflexão até o interior da piscina, o que se explica pela eventual existência de estruturas anteriores.



Fig. 16 – Pormenor do revestimento em mármore da piscina (*frigidarium*)

As salas que se seguem encontram-se muito destruídas, mas ainda é possível discernir, através dos vestígios preservados, características de *tepidaria* e de *caldaria*, assim como de *suspensurae* e *praefurnia*, com as sucessivas reformulações arquitectónicas.

#### 4.3.2. O Sector Tépidio

Do *frigidarium* acedia-se directamente ao *tepidarium*. Este primeiro espaço quente de forma irregular aproximada à de um rectângulo (com 4,10 m a Sul, 4,20 m a Norte e 6,60 m de comprimento, e uma área aproximadamente de 27 m<sup>2</sup>) apresenta vestígios dos *suspensurae* construídos com arcos (com a mesma orientação do *caldarium*), conservando todavia apenas estes dois pilares (*pilae*) de 22 cm de largura.

A tecnologia construtiva utilizada na construção das paredes perimetrais é idêntica à das do *caldarium* – que serão descritos em 4.3. - excepto a parede Norte, com 0,60 m de espessura. Esta última foi erigida de uma forma mais irregular, devido à existência prévia da parede da fábrica de salga, adjacente (etiénne, 1994). A espessura da parede Poente varia de 1,95 m na zona central a 0,66 m no topo Sul.

Na parede Sul existem dois orifícios de forma triangular, para canalização, sob um lintel em tijoleira, que atravessa a totalidade da espessura das paredes (0,55 m). Estes dois orifícios eram atravessados por uma canalização em chumbo que abastecia as piscinas do *tepidarium* e, mais a Poente as piscinas do *caldarium*. As dimensões destes orifícios são 10 cm x 14 cm e 10 cm x 12,5 cm.

Apoiada na parede Norte surge uma estrutura absidial maciça, construída em alvenaria de tijolo, que foi interpretada como o suporte do *labrum* (fig. 17) Deste espaço o banhista podia transitar até ao *caldarium*, neste caso duplo (vide fig. 11), pelo menos ao nível do *hypocaustum*.



Fig.17 – *Tepidarium*: pormenor da estrutura situada a Norte que suportaria um *labrum*.

### **O *Hypocaustum***

O *hypocaustum* é composto por uma estrutura subterrânea, constituída por uma sucessão de pilares e arcos em tijolo para onde o ar quente era conduzido, desde *praefurnium* e que depois circulava, aquecendo as piscinas dos sectores quente e tépido.

Este primeiro espaço quente, no estado actual apresenta apenas o seu pavimento em tijolo preservado. Hoje em dia pode-se de facto identificar no pavimento, dois tipos diferentes de tijoleira com dimensões diferentes: umas de 30 cm x 20,5 cm de lado, no lado Norte surgem as de maior dimensão (30 cm x 40 cm) e na

zona Sul, os ladrilhos são semelhantes aos do pavimento do *caldarium* (20,5 cm x 30 cm).

### 4.3.3. O Sector Quente

O *caldarium* é constituído por duas salas de planta quadrangular: a sala 1 com 3,61 m x 3,52 m e a sala 2 com 3,63 m x 3,62 m, que comunicam entre si por uma larga entrada (1,07 m) aberta numa parede com espessura de 0,62 m. Estes dois compartimentos inserem-se num grande bloco de forma rectangular, com umas dimensões exteriores de 8,60 m e 4,80 m. Cada um destes espaços possui uma abside externa (uma a Sul, na sala 1 e a outra a Poente, na sala 2). O pavimento nestas duas salas é em tijoleira (fig.19).



Fig.18 – *Caldarium*: Sala 1



Fig.19 – *Caldarium*: Sala 2

É evidente a qualidade de construção destas salas, recorrendo ao uso da pedra local e do tijolo (*opus incertum*, *opus testaceum* e *opus mixtum*) (fig.18). As fundações são em alvenaria, mais ou menos aparelhada. A cerca de 0,42 m de altura, a alvenaria é intercalada por uma fiada (ou duas) de tijolos ou fragmentos de telha. A alvenaria – *opus incertum* – utiliza a pedra irregular e fragmentos de tijolo agregados com uma argamassa de cal e areia grosseira. As paredes do *caldarium* (excepto a parede Norte, adjacente às cetarias) têm uma espessura de 0,60 m e são revestidas com um reboco, para regularização da superfície.

O *hipocaustum* de ambas as salas tinha a mesma orientação e na sala 2 conservam-se ainda as marcas da *pilae* nos lados. A Norte, este é formado por ladrilhos de 29,22 cm x 5 cm, entre cerca de 41cm a 45cm de altura e separadas por 29 cm, definindo assim os corredores. O pavimento do *hipocaustum* de ambos os *caldari* foi recoberto com tijoleira de 30cm x 20 cm. As passagens existentes entre ambos permitiam o dobro do aquecimento, estando em duplicidade acompanhada pelo número de *alvei* existentes.

A Sul desta sala existia um espaço que talvez servisse para apoio da zona de serviço.

### ***O Praefurnium***

O *praefurnium* corresponde ao compartimento onde o calor era produzido para os sectores quente e tépido, e localiza-se na zona Poente da parede do *caldarium*. As suas paredes são construídas em tijolo (*opus testaceum*) utilizando uma argamassa de cal. As superfícies interiores, assim como o pavimento são revestidos a tijoleiras nas quais se podem observar vestígios de combustão (através das superfícies enegrecidas).

#### **4.3.4. Estruturas de transporte e armazenamento de  gua**

As termas são o domínio da água por excelência. Do ponto de vista da investiga o arqueológica, não foram realizadas sondagens específicas para analisar este aspecto concreto, de modo que ainda não existem ideias muito claras sobre o seu traçado inicial (Etiénne, 1994). De qualquer das formas, sabe-se de onde provinha a água, como esta era conduzida, como eram alimentadas as piscinas frias e como esta era conduzida para as restantes dependências t pida e quente.

O fornecimento da água para este balneário realizava-se através de um aqueduto, que tinha a sua origem num poço localizado a Nascente do complexo termal. Numa determinada época, este aqueduto foi parcialmente integrado nos novos espaços funcionais construídos: a Sala dos 3 Pilares, a nova cisterna e o *frigidarium*. Este foi construído sobre a parte antiga da cisterna e as bases dos arcos do aqueduto.

Depois desta fase foi construída uma cisterna mais próxima do poço, de planta rectangular, com as dimensões: 2,60 m x 5,45 m com 0,60 m de profundidade e uma capacidade de 8,424 m<sup>3</sup>. Esta ainda preserva a canalização em chumbo. Esta cisterna encontra-se ligado por uma caleira ao poço.

### **O Poço**

A Nascente da Sala dos três Pilares encontra-se um poço que alimentava as termas. A sua secção não é totalmente circular: é formado por um arco de círculo que vem a tornar-se rectilíneo. Este ultimo troço encontra-se assente numa espécie de pilar, que sustentava o arranque da saída do aqueduto.

O seu diâmetro no sentido Norte-Sul é de cerca de 2,42 m (diâmetro exterior) e 1,33 m de diâmetro interior. A largura do muro-pilar é de 0,55 m por um comprimento de 0,83 m.

A profundidade deste poço é de 5,21 m a partir do nível do revestimento protector do aqueduto. A metade do arco, construído em alvenaria de tijolo, visível sob a parede Norte, leva a pensar da existência primitiva de uma escada, à semelhança dos poços existentes nas fábricas de salga de peixe existentes nesta estação.

### **O Aqueduto**

Junto à extremidade da parede Nascente, e na envolvente directa do poço, observa-se um troço do aqueduto e dos seus primeiros arcos que se desenvolvem

adoçados às paredes externas da Sala dos 3 Pilares e da cisterna. Com uma largura de 0,46 m, ele suporta uma conduta revestida em *opus signinum*, com uma largura de 0,22 m. Posteriores restauros com argamassa de cimento e telha moderna sobrepõem-se, em cerca de 4,5 cm de espessura, atapetando o canal. O pilar em si é constituído por blocos de calcário e fiadas em tijolo, e depois na parte superior, por tijolos apenas (figs.20 e 21 ).

Mais tardiamente, o pilar foi remontado até à cota de 3,31 m e a água escoava-se para uma conduta superior que desapareceu. Esta elevação era obrigatória para que a subida de cota da conduta do aqueduto permitisse a condução da água à nova cisterna.



Fig. 20 e 21 – Dois aspectos da arcaria do aqueduto.

#### 4.4. Diagnóstico do estado de conservação e identificação das principais formas de decaimento

A deterioração é um processo que ocorre mais ou menos lentamente, podendo-se tratar de um fenómeno contínuo ou (menos frequentemente) com interrupções. Pelas características que são inerentes a este fenómeno, é importante pois realizar um exercício no sentido de reconstruir a história das TRT, a fim de melhor compreender o processo evolutivo da sua deterioração.

Neste sentido e aplicando este conceito ao caso em estudo, podemos afirmar que este complexo termal sofreu diferentes velocidades de degradação ao longo dos séculos, de acordo com as vicissitudes que decorreram na sua envolvência.

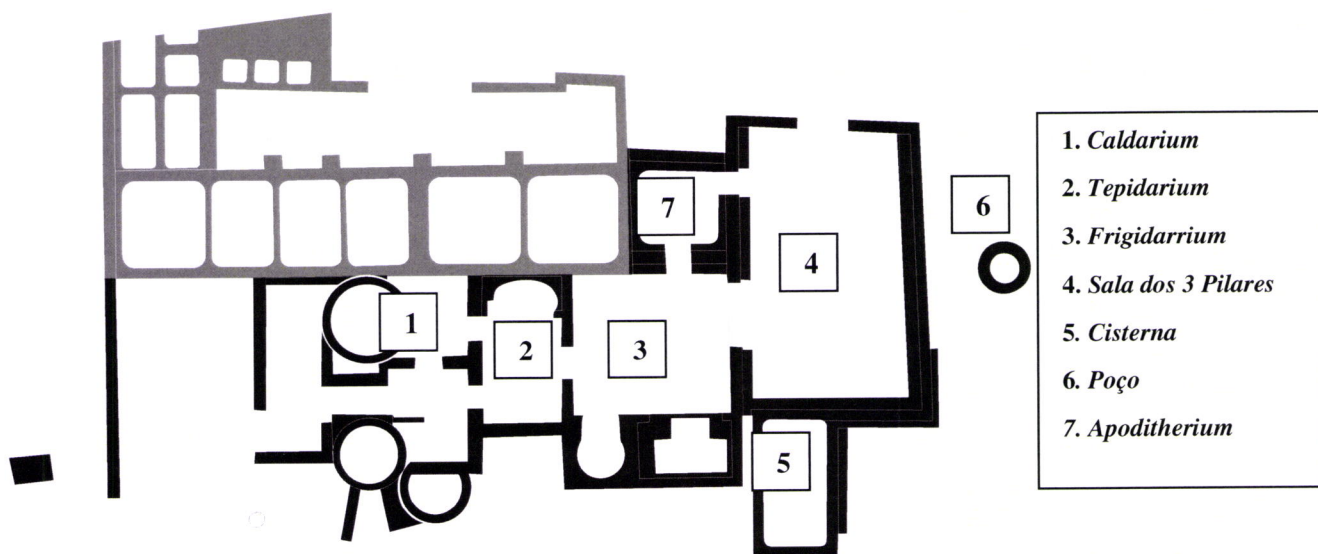


Fig. 22 – Planta esquemática das TRT

Este complexo termal encontra-se com um grau considerável de preservação, na medida em que ainda é possível obter uma leitura clara e interpretar os diversos sectores que o compõem. Não obstante, o bloco localizado mais a Sudeste - o sector frio, o *apoditherium* e a Sala dos três Pilares - são as salas que



em melhores condições se encontram. O seu bom estado de preservação leva a crer que se deve a, por um lado, corresponderem a remodelações e por isso, tratarem-se cronologicamente de construções sensivelmente mais recentes.

Os compartimentos situados a NO - sectores tépido e quente - são os mais destruídos, certamente pelas características construtivas: como é o caso dos pisos suspensos, assentes sobre uma estrutura de arcaria (*suspensurae*), que suportaria por sua vez as piscinas tépidas e as quentes. Numa fase bastante mais tardia terão sido provavelmente vítimas de pilhagem de materiais para construção – vide 3.2. Descoberta e primeiras escavações - e paralelamente a estes factores humanos de deterioração, que deverão ter ocorrido durante o início do século XX, a prolongada exposição aos factores externos (chuvas, animais, vegetação, ventos) sem terem sido tomadas as medidas mínimas de protecção após as primeiras campanhas de escavação arqueológicas levadas a cabo nos finais do século XIX. Todos estes factores acrescentaram sérios danos a estas construções..

As patologias que se verificam com maior frequência são essencialmente as apontadas em seguida:

Ao nível das paredes resistentes, estas preservam cerca de metade da sua altura original, apresentando um estado de integridade bastante satisfatório, pois foram já alvo de acções de consolidação e reconstrução (uma a duas fiadas de pedra) que lhe devolveram integridade. No entanto são as paredes interiores que mostram maior vulnerabilidade, apresentando juntas abertas, elementos construtivos destacados ou em destacamento e, em alguns casos, desmoronamentos pontuais na zona inferior. Este ultimo problema verifica-se sobretudo nas zona inferiores das paredes localizadas a Norte das TRT, onde a sua tecnologia construtiva envolve o recurso à terra argilosa vermelha onde são adicionadas pedras de formas e dimensões muito irregulares, como material de enchimento.

Mas são essencialmente os pavimentos e os revestimentos as zonas mais afectadas destas construções. Os pavimentos encontram-se muito destruídos, apresentando lacunas de uma dimensão considerável, sobretudo naqueles constituídos por tijoleira cerâmica (Sala dos 3 Pilares, *tepidarium* e *caldarium*), onde cerca de 50% do material de revestimento se destacou e se perdeu irreversivelmente. No *frigidarium*, o pavimento que outrora era totalmente revestido em mosaico, e onde foi posteriormente adicionada uma argamassa hidráulica de regularização (*opus signinum*), encontra-se actualmente com depósitos de terra e colonização biológica intensa, não permitindo visualizar o seu estado de preservação com o rigor necessário.

Não obstante, é possível verificar que as poucas áreas de *tesselatum* que se preservaram até hoje apresentam pontualmente algumas tesselas em destacamento na zona dos bordos. Observa-se também que existe fissuração nas maiores superfícies de *opus signinum*, e que a adesão entre esta camada de argamassa hidráulica e as reparações posteriores com as argamassas mais recentes cinzentas e muito, não é satisfatória, existindo zonas em destacamento.

Nas escassas áreas que preservam ainda revestimento pintado, pode considerar-se que em cerca de 50% dos casos, este encontra-se bem aderido ao suporte murário e com integridade física – resultado das intervenções realizadas nos anos 50 (do século XX), onde foram introduzidas argamassas para preenchimento de lacunas, regularização de superfície e para rematar os bordos, impedindo assim a penetração da água das chuvas - Porém, a sua coloração original encontra-se muito alterada, visto que a colonização biológica nestas superfícies é muito intensa: algas e líquens formam uma patina biológica que impede de conhecer as cores reais da decoração murária.

As zonas mais fragilizadas dos revestimentos correspondem ao revestimento decorativo do *apoditherium* onde, na zona inferior da parede, fragmentos de reboco pintado se destacaram. Este fenómeno parece dever-se à introdução de

argamassas de reparação muito coesas e pesadas que, pelo próprio peso fizeram que se desse este destacamento.

Numa fase mais recente, a partir da década de 60 do século XX, começou-se a sentir a necessidade de efectuar reparações .Mais concretamente após a escavações realizadas por D.Fernando d'Almeida. Foi nesse momento, que foi executado um vasto conjunto de acções visando essencialmente a consolidação estrutural das termas. Mais tarde na década de 80, foram realizadas pequenas operações de consolidação, mas apenas em áreas muito restritas.

Algumas décadas depois, também os efeitos decorrentes destas intervenções realizadas no passado se fizeram sentir, a vários níveis.

De uma forma geral a ausência de manutenção das TRT por um período muito prolongado levou a que esta construção tenha acumulado uma espessa camada de depósitos, tipo corpos estranhos (essencialmente terra vegetal) que, adjuvada pela humidade das chuvas, e da acumulação destas no materiais porosos de construção em certas zonas das termas permanentemente ensombradas, criou as condições favoráveis para o desenvolvimento intenso de colonização biológica (figs. 23 e 24).



Fig. 23 – Interior da cisterna: observa-se a colonização biológica sobre o revestimento - patine biológica de coloração branca -



Fig. 24 – Pormenor da base de um dos muros com vegetação herbácea.

## 4.5. Intervenções de recuperação realizadas nas Termas

Para realizar um estudo mais aprofundado e rigoroso sobre o actual estado de conservação deste complexo arquitectónico e planear uma futura intervenção de conservação e restauro coerente, considera-se essencial o entendimento sobre a interacção entre os materiais do substracto arqueológico original (primitivo) e os materiais construtivos (mais concretamente as argamassas) que foram sendo aplicadas em sucessivos períodos cronológicos, e avaliar o comportamento apresentado.

Considerando que o conceito de “conservação” significa toda e qualquer acção que contribui para minimizar ou estancar uma forma de deterioração, pode-se considerar um trabalho de “reparação” da época romana tardia também como trabalhos de conservação e manutenção deste edifício termal. Assim a realização de uma “avaliação” das diversas fases de recuperação irá contemplar também as intervenções realizadas durante a época romana, para além das acções posteriores, executadas nas décadas de 50/70 e 80 do século XX.

Como atrás foi referido (vidé 4.3), este complexo termal sofreu, desde a sua construção, algumas reformulações e adaptações arquitectónicas, sendo que a maior parte das mesmas visaram a ampliação das instalações balneares no sentido Nascente. Porém, e através de uma análise mais cuidada, é possível constatar que para além destas modificações estruturais, estas termas também foram alvo de acções pontuais de recuperação.

Pode-se assim considerar que existiram pelo menos duas (a três) épocas distintas de intervenção, com abordagens e objectivos diversos:

A primeira, realizada num período tardio de ocupação romana – atribuída ao sensivelmente a finais do século IV/V d.C., que corresponderá à última época de laboração das fábricas. Segundo Etiénne (1994) pode-se considerar como a de reparação, na estrita acepção do termo, na medida em que através dos vestígios

materiais que subsistem, pode-se aferir que existiram reformulações de pavimentos, pelo facto de eventualmente os originais se encontrarem danificados. Para garantir a continuidade da sua utilização, foram sobrepostos outros materiais diferentes (argamassas hidráulicas), cobrindo os originais parcial ou totalmente.

Assim aconteceu no interior das pequenas piscinas de planta circular (no sector quente e no sector frio) onde, provavelmente poderiam existir rupturas ou perdas de estanqueidade, e a opção pela aplicação de um novo revestimento sobreposto ao anterior, poderá ter sido eventualmente uma solução ponderada. No primeiro caso, o revestimento de mosaico inicial foi coberto por uma camada espessa (de cerca de 2 cm) de uma argamassa com características hidráulicas (com pó e fragmentos de tijolo) do tipo dos que se sabe terem sido utilizados no período romano quando se pretendem características de impermeabilidade (fig.26).

No segundo, a pequena piscina do sector frio, inicialmente revestido com placas de mármore, foi coberta também com o mesmo tipo de argamassa. Pensa-se que a estanquicidade desta piscina deveria estar ameaçada, pelo que sobre o revestimento de mármore foi aplicada uma espessa camada de *opus signinum* muito grosseiro (cerca de 1-1,5 cm) fazendo um “barramento” contínuo no interior da piscina.

Levanta-se a hipótese de estas serem intervenções contemporâneas entre si, pelo tipo de abordagem e soluções aplicadas serem bastante semelhantes.

Contudo esta introdução de novos materiais, assume-se como uma intervenção puramente funcional, tendo as estruturas iniciais perdido o seu encanto estético primitivo, e ficando os materiais nobres de revestimentos (o mármore e o pavimento em mosaico) ocultados pela argamassa grosseira aplicada.

Ainda durante o período romano, a reparação do pavimento da sala do *frigidarium*, inicialmente revestido a *opus tessellatum*, pautou-se também por alguma

falta de cuidado no que diz respeito à selecção dos materiais que compõem a argamassa de reparação e a técnica de aplicação. Este pavimento aparentemente terá sofrido uma grande deformação ou abatimento e/ou apresentaria grandes áreas lacunares ou de eventual desagregação do mosaico. Eventualmente, por se tratar de um local de passagem, o excesso de utilização te-loà conduzido a um elevado nível de destruição. Esta ocorrência terá levado a que, numa determinada época da sua utilização, o recobrissem pelo menos por duas vezes, preenchendo desse modo as lacunas e irregularidades. O materiais empregues caracterizam-se por serem argamassas muito semelhantes à utilizadas nas intervenções referidas anteriormente: um *opus signinum*. Numa primeira camada, em cerca de 80% da sua área., a argmassa aplicada apresenta uma textura mais fina. Nota-se também que existiu outra reparação posterior, em que o mesmo tipo de material foi aplicado somente em áreas pontuais, mas desta vez era visivelmente mais grosseira (figs. 25 e 26).



Fig. 25 – Pormenor da reparação do pavimento em mosaico da piscina do *caldarium* com uma argamassa hidráulica.



Fig. 26 – Detalhe da reparação do pavimento em mosaico com uma argamassa hidráulica (*frigidarium*).

Nas campanhas dos anos 50/70, foram aplicadas sistematicamente argamassas grosseiras de cor cinzenta, muito coesas, tendo como ligante aparentemente o cimento. Estas foram aplicadas com diferentes finalidades: refechamento de

juntas, consolidação, fixação de elementos, reconstruções, consolidação de revestimentos (fig.27) ou *anastylosis* (fig.28) e capeamentos em larga escala (fig.29).



Fig. 27 – Revestimento da cisterna consolidada com uma argamassa cinzenta (século XX)



Fig. 28 – Exemplo de reconstrução utilizando os materiais construtivos originais (*anastylosis*) assentes com uma argamassa cinzenta (século XX)

Nas intervenções desenvolvidas durante o século XX, distinguem-se claramente dois tipos de argamassas aplicadas com características muito diferentes, que correspondem a dois períodos cronológico diferentes: uma mais coesa, grosseira e cinzenta – que surge nos capeamentos dos muros em *opus incertum* do extremo NO e NE da construção, nas reconstruções pontuais e na fixação de elementos, no refechamento de juntas em geral e em revestimentos, no remate dos revestimento em *opus signinum* (resultantes de reparações romanas) em todo o complexo arquitectónico; uma argamassa amarelada, grosseira – que surge apenas na consolidação e reconstrução parcial do *caldarium*.

Uma observação mais atenta permite concluir que alguns troços de pavimento em mosaico não são originais. A dado momento foi restaurado<sup>7</sup>, ou melhor, as lacunas do *tesselatum* foram reconstruídas com novas tesselas ou originais

---

<sup>7</sup> Relato oral do Sr. Roldão, capataz de D. Fernando d'Almeida

reutilizadas, assentes e colmatadas com uma argamassas de coloração cinzenta muito coesa, (cimentícea).

Na década de 80 (século XX), foram realizados trabalhos de recuperação em zonas restritas (ábside, onde foi usada uma argamassa amarelada, grosseira, aparentemente à base de cal aérea - (fig.13).



Fig. 29 e 30 – Dois exemplos reconstrutivos do século XX : década de 50-70 e 80, respectivamente.



## 5. AS ARGAMASSAS

### 5.1. Introdução

As evidências materiais deixadas pelas intervenções que foram realizadas em épocas passadas sobre as termas constituem, na grande maioria dos casos, os únicos testemunhos dessas mesmas operações. Como atrás foi referido, são raros os casos onde existe documentação técnica (relatórios, esquemas gráficos ou fotografias), respeitante a cada operação realizada. Por vezes existem apenas testemunho orais, que nos fornecem algumas pistas, mas geralmente são destituídos de rigor técnico.

Porém, nem todo o tipo de intervenção deixa uma marca visível e simultaneamente perene.

As sucessivas limpezas mecânicas superficiais, as desmatações, as lavagens, os tratamentos biocidas são operações que têm um efeito visível bastante evidente na altura em que são realizadas, mas infelizmente, e por inerência própria aos monumentos expostos aos agentes climatéricos, a sua durabilidade é muito reduzida. Na maior parte das vezes dá-se um retrocesso sempre que não existe manutenção periódica. Também as acções de consolidação, quando executadas por pulverização ou injeção, utilizando resinas sintéticas, água de cal e outras soluções ou emulsões adesivas em que o material original (substracto arqueológico) é impregnado, não deixam uma marca evidente da operação realizada. É o caso, por exemplo, de operações de consolidação de rebocos por pulverização ou impregnação com soluções ou emulsões consolidantes, que não deixam resíduo visível; apenas o seu efeito de conferir uma maior resistência ao revestimento. Também a fixação de rebocos ao suporte murário por meio de injeção de caldas fluidas adesivas é uma operação que, quando bem executada, não deixa marcas visíveis da intervenção.

No entanto, quando são utilizadas argamassas – seja qual for a sua função – é fácil identificar a presença de uma acção anterior: quer se trate de uma consolidação, de uma reconstrução, de um remate, de uma operação de fixação ou um preenchimento de lacuna. Exceptuam-se os casos referidos das consolidações estruturais ou acções de fixação ou readesão de rebocos ao suporte murário, por meios de caldas de injeção (*grouts*).

É justamente sobre as intervenções de recuperação utilizando argamassas que este trabalho se irá debruçar, caracterizando cada intervenção realizada e fazendo uma análise crítica das mesmas, à luz da ética actual da disciplina de conservação e restauro.

## **5.2. Caracterização e funcionalidade**

Uma argamassa pode ser definida como uma mistura de um ou mais ligantes, agregados de granulometrias diversas e água (Palomo, s.d.). Pode também incorporar outras adições e/ou outros adjuvantes, introduzidos em pequenas quantidade com o objectivo de alterar e/ou melhorar as características do produto final. A boa qualidade de uma argamassa pode ser verificada pelas seguintes propriedades: resistência mecânica, compacidade, impermeabilidade, aderência, constância de volume e durabilidade. A importância de cada uma destas características varia, de acordo com a finalidade da argamassa.

A função construtiva das argamassas pode ser muito distinta: efectuar a ligação entre os elementos construtivos (pedra, tijolo), revestir os paramentos murais (paredes, fachadas, colunas) como protecção/camada de sacrifício, ou como estrato preparatório de pintura mural.

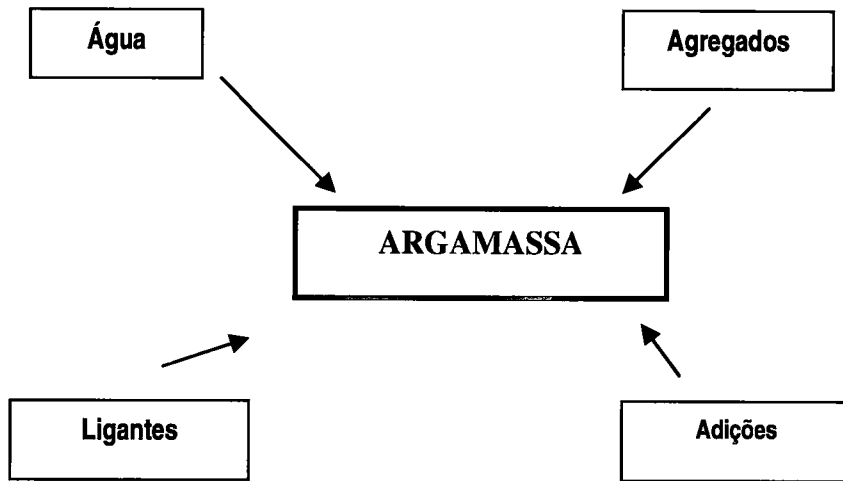


Fig.31 – Esquema representando a composição das argamassas antigas

É de salientar que as argamassa históricas têm como ligante cal aérea ou hidráulica, como agregados areias siliciosas, dolomíticas ou calcárias ou ainda fragmentos de cerâmica ou conchas, e como aditivos *pozolanas*<sup>8</sup> naturais (cinzas vulcânicas) ou artificiais (caso de material cerâmico em pó).

Podem-se considerar “argamassa históricas” aquelas que pertencem a monumentos com grande significado cultural, e que pelas suas características intrínsecas constituem um importante testemunho material, ao nível estético e decorativo, mas também ao nível tecnológico e material; por estas razões combinadas, importa preservá-las requerendo uma intervenção sempre conservativa, pese embora o carácter de “camada de sacrifício” que, por exemplo, é inerente os revestimentos externos das fachadas.

Com a tomada de consciência da necessidade de conservar e recuperar o património edificado para as gerações futuras, pelo seu valor histórico e artístico (entre outros), pois constituem um legado insubstituível na memória colectiva, surgiu um novo conceito de argamassa cuja função é a de recuperação.

---

<sup>8</sup> **Pozolana:** denominação de origem latina - *pulvis puteolanus*: “pó do Puteoli” (hoje Puzzuoli) - Cidade histórica do Golfo de Nápoles (Itália). Refere-se aos depósitos piroclásticos não consolidados, oriundos das erupções do Vesúvio, durante os períodos do Plistocénio e do Holocénio.

As argamassas de recuperação ou de substituição são aquelas que são pensadas e formuladas tendo em mente à partida não a construção mas a conservação e/ou o restauro de um edifício ou de um monumento histórico ou arqueológico. Desempenham nesse imóvel uma função específica (preenchimento, regularização de superfície, remate, consolidação, etc.). Na grande maioria dos casos, a sua aplicação restringe-se a áreas localizadas e não em toda a superfície murária. O que as distingue das argamassas utilizadas em construção nova é essencialmente a sua composição, que deverá ter em conta o rigoroso conhecimento das características construtivas do imóvel a recuperar e as patologias a prevenir ou remediar.

Do ponto de vista da conservação e restauro, as argamassas utilizadas na recuperação de edifícios históricos, deverão ter em conta, como requisito fundamental, intervir na protecção dos elementos onde são aplicadas, sem nunca contribuir para acelerar a deterioração nos materiais adjacentes. As recomendações resultantes do Simpósio de Roma (1981) referem que as argamassas de recuperação devem ser formuladas de acordo com as características dos substracto original ou dos materiais originais que estas pretendem substituir.

Existem numerosos estudos e artigos subordinados a este tema, que têm como objectivo determinar qual a forma mais adequada de abordagem da problemática da recuperação; as experiências e os maus exemplos do passados (com sérias consequência danosas para o património edificado) foram o estímulo ou o ponto de partida para estes trabalhos de investigação.

Uma das recomendações principais, que resultaram do Simpósio acima citado, já com quase três décadas referem que o *“trabalho de investigação deve ser realizado nas duas vertentes: nas argamassas antigas e nas argamassas novas”* e que estas *“deverão ser caracterizadas sob o ponto de vista físico, químico e mineralógico”*(AAVV, 1981).

Estas recomendações constituem ainda hoje em dia, as linhas mestras no processo de preparação para uma intervenção de conservação e restauro de argamassas históricas ou arqueológicas. A metodologia de caracterização das argamassas será apresentada e desenvolvida mais à frente no Capítulo 5.5.1.

### 5.3. Utilização ao longo dos tempos

Desde há milhares de anos a disponibilidade de matérias primas ou recursos tem sido um dos principais agentes a influenciar as técnicas e as tradições construtivas. No passado, as tradições da construção estavam intimamente ligadas à natureza geográfica e geológica das diferentes áreas civilizacionais. O uso de argila, do gesso e de vários tipos de cal como material ligante são uma expressão de algumas culturas ancestrais.

É bem sabido que as construções em terra, como os túmulos em Mastabas do Antigo Egipto (3100 a.C - 30 a.C.) reflectem a presença dos aluviões do Nilo. O uso de gesso como ligante principal nas construções Egípcias resultava também de uma extensa distribuição de rochas de gesso nesta região.

O desenvolvimento da tecnologia de produção da cal e a presença natural de materiais como a *pozolana* na baía mediterrânica, foram as principais razões para o surgimento da excelência da arquitectura romana.

Desde a queda do Império romano até ao século XVIII, houve muito poucas inovações tecnológicas no uso de materiais e nas tecnologias construtivas. O gesso, a cal e a areia, com *pozolanas* naturais ou pó de tijolo foram utilizados durante séculos, seguindo quase sempre métodos idênticos aos da Antiguidade, registados nos tratados de Arquitectura de Vitruvius<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Vitruvius – Os Dez Livros de Arquitectura (século I a. C.)

Só a partir do século XVIII, se iniciou então uma fase de viragem tecnológica, com o desenvolvimento dos ligantes hidráulicos: desde a cal hidráulica preparada artificialmente até ao moderno cimento de *Portland*. John Smeaton <sup>10</sup> realizou experiências na produção de um novo tipo de cal: a cal hidráulica. Em 1824, Joseph Aspdin patenteou o processo de fabrico do cimento, que designou, por *Portland* pela sua semelhança com a pedra da Ilha de Portland.

Os gregos aplicaram uma técnica denominada *polimentado*, que consistia essencialmente, na trituração da cal, do carbonato ou da *pozzolana* da argamassa, com o que se conseguia obter uma argamassa com uma estrutura superficial densa, que aumentava a impermeabilidade do material, acelerava a carbonatação e hidratação, e melhorava a resistência e a durabilidade da argamassa (Sánchez, 2002) citando Alvarez *et al.* Encontram-se alguns exemplos de alta qualidade em revestimento polidos, nos sítios arqueológicos de Micenas e Minos, na famosa cisterna de Micenas e em alguns edifícios de Festo, Malia e Creta. Com o evoluir dos tempos, esta técnica seria adoptada pelos romanos e aplicada nas suas construções hidráulicas (paredes, pavimentos, colunas, em cisternas e no interior dos aquedutos).

Outra das grandes inovações levadas a cabo pelos revestimentos de cal helénicos, do ponto de vista da sua composição, foi a utilização de aditivos para obter argamassa mais resistente e estável. Em Théra introduziu-se a mistura de cal aérea e areia e pó vulcânico ou “*Terra de Santorini?*”, exportada dessa Ilha de origem vulcânica. Obtinha-se assim uma argamassa estável à água e cujas propriedades possuíam uma certa analogia com as argamassa modernas à base de ligantes hidráulicos, estáveis na presença da água e com uma maior resistência. Esta forma de actuar era conhecida fora da Ilha, como provaram as descobertas da “*Terra de Santorini?*” em estátuas que adornavam o *Hephaisteion* de Atenas. À falta de rocha vulcânica, utilizavam-se os tijolo triturados (*pozzolanas* artificiais)

---

<sup>10</sup> J. Smeaton, de nacionalidade inglesa, é conhecido por ter sido pioneiro na utilização de argamassa com características hidráulicas (Farol de Eddystone- 1724/29).

como se testemunha por simples observação, pela coloração rosa de certos revestimentos exteriores (Sánchez, 2002) citando Garate, 1993.

Pode-se dizer que a adição de materiais *pozolânicos* naturais e artificiais para melhorar as propriedades das argamassa de cal e conferir-lhes maior resistência e estabilidade foi um dos pontos cruciais na história das argamassas. Se bem que Roma tenha conquistado a Grécia a nível militar e territorial, pode-se dizer que a Grécia conquistou os romanos pela sua arquitectura e cultura, de uma maneira geral. Os romanos foram herdeiros directos da tecnologia e da arte construtiva grega imprimindo-lhe no entanto, um carácter eminentemente funcional (Sánchez, 2002) citando Ortega, 1994.

Um dos materiais básicos de construção assumido pelos romanos foi assim a cal. Em relação a este tema Garate (1993) comenta: *“ainda que a cal tivesse um emprego profuso anteriormente aos romanos, podemos afirmar que foi durante a civilização romana que se melhoraram os processos de fabricação da cal e as técnicas de aplicação das argamassas, e se exportou esse conhecimento para todo o Império.”* (citado por Sánchez, 2002) Garate.

Para além do uso das argamassas de cal, o grande avanço dos romanos foi a utilização das pozolanas e o desenvolvimento – no século II a.C. – do “betão romano”: argamassa muito rígida, designada como *opus caementitium*. Com este último nome se definia uma argamassa obtida mediante a mistura de pedra vulcânica de *Pozzuoli* triturada e cal, que originava uma argamassa à qual se adicionavam agregados grosseiros.

Vitrúvio escreve sobre as propriedades pozolânicas:

*“Existe uma espécie de pó ao qual a natureza atribui uma virtude admirável: encontra-se no país de Baías e nas terras que envolvem o monte Vesúvio. Este pó misturado com a cal e as pedras, torna a alvenaria de tal forma firme, que não apenas os edifícios normais, mas mesmo no fundo do mar, ela faz corpo e endurece maravilhosamente.(...)”* Vitrúvio (séc.I.a.C.)

e sobre a sua capacidade de endurecimento:

“É por isso que quando esse três elementos ligados pelo fogo, se misturam e se juntam em conjunto através da água, endurecem imediatamente, e produzem uma massa de tal maneira sólida, que as ondas do mar não conseguem quebrar ou dissolver.” Vitruvius (séc. I.a.C.)

A utilização de adições pozolânicas que conferiam às argamassas propriedades hidráulicas, generalizou-se no período do Imperador Augusto, sendo obrigatório o seu uso em todas as Obras Públicas. Quando a construção se realizava em locais onde não se dispunha destes materiais vulcânicos, utilizava-se outro tipo de materiais, como argila cozida e telha partida, denominadas por “*pozolanas artificiais*” e com que se obtinham resultados similares, enquanto melhoria das características das argamassas (Sánchez, 2002) citando: Furlan, 1975; Malinowski, 1961 e 1979; Rassinoux *et al.*, 1989).

A introdução do *opus caementitium*<sup>11</sup> (vidé glossário) com propriedade hidráulicas pressupõe uma mudança na estrutura construtiva das paredes. Anteriormente aos Romanos e aos Gregos, no Egipto e nas outras culturas do Mediterrâneo, contruíam-se as paredes de uma só fiada vertical mas com a introdução deste novo tipo de argamassa passar-se-ia a construir muros com três “fiadas” justapostas. A que estava situada ao centro, de maior espessura, era composta por *opus caementitium* que era compactado com maço para fechar todos os ocos e eliminar bolhas de ar. Os dois paramentos exteriores desempenhavam funções próprias de cofragem perdida e ainda funções estéticas. Esta nova estrutura construtiva das paredes deu lugar a uma grande variedade de tratamentos decorativos nos paramentos exteriores, de entre os quais podemos destacar: o *opus incertum*, *opus reticulatum*, *opus latericium*, *opus mixtum*, etc. (vidé glossário).



Diversos autores assinalam outras características relevantes da composição das argamassas romanas, atribuindo a sua excepcional qualidade ao cuidado com que os romanos elegiam e misturavam as matérias-primas: a selecção dos calcários, a sua perfeita calcinação, o cuidado e moroso processo da adição da água à cal para a obtenção da cal hidratada, a sua homogeneidade e o traço. Outros autores apontam ainda que o segredo desta qualidade não residia apenas nos materiais e segredos de preparação e execução, mas também a aditivos muito particulares. A respeito deste tema Alvarez *et al.* (1995) citado por Sánchez, 2002, comenta que “*é possível que para alguns usos específicos*” (colocação de mosaico submetidos a acção da água, etc.), “*os construtores romanos faziam uso de aditivos tais como a albumina e a caseína*”. A utilização de ureia e gorduras também não se exclui. Contudo, tudo induz a pensar que nunca houve outros segredos, pois se estes tivesse existido, tinham que ser transmitidos sem dúvida, por tradição oral. Tudo leva a crer portanto, que a qualidade das argamassa romanas se deve essencialmente ao uso de materiais adequados (baseado numa boa selecção de matérias-primas): cal, agregados e em alguns casos, de misturas especiais e outras substâncias como *terracota*, telhas, etc., à homogeneidade e correcta proporção e a mistura e aplicação particularmente cuidadosa.

Com a queda do Império, perde-se esta uniformização formal e qualidade, quiçá transportadas pela disciplina das Legiões, que as iam transmitindo ao longo do Império, com uma rígida ordem, o que hoje chamaríamos por normativa das boas práticas dos processos construtivos (Sánchez, 2002) citando Garate, 1993.

Se, com a consolidação do Império e civilização Romana, o uso da cal – sob diversificadas formas – se generalizou e propagou numa região geográfica considerável, a partir do século XVII, as argamassas preparadas com cal hidráulica, começaram a surgir, vindo a substituir gradualmente as argamassas de cal aérea. Devido às suas novas propriedades: a possibilidade de ganhar “presa” mais rapidamente e de desenvolver melhor resistência mecânica, a vantagem face

aos materiais anteriores, veio progressivamente a “ganhar terreno”. Finalmente no século XIX, a invenção do cimento de *Portland* veio revolucionar o mundo dos materiais construtivos, destronando a cal a todos os níveis da sua aplicação quer, em construções civis, quer em militares.

#### **5.4. As Patologias mais frequentes e suas causas**

A degradação das argamassas pode ocorrer por diferentes processos físico-químicos, mecânicos e/ou biológicos. Em geral, é usual que mais do que um destes processos de alteração ocorra em simultâneo, pois os agentes causadores não existem na natureza ou em ambiente externos de forma isolada. Para além destas situações haverá que considerar que determinados processos químicos ou biológicos dão origem a consequências físicas e mecânicas, o que torna bastante difícil de identificar isoladamente os diferentes mecanismos de deterioração das argamassas e os seus factores responsáveis.

Embora se tenha presente que nos casos de estudo seja por vezes difícil identificar claramente os agentes causadores e a patologia específica em presença., seguidamente se apresentam numa listagem as principais causas e formas mais comuns de alteração e deterioração das argamassas :

##### **a) Dissolução e lixiviação dos constituintes das argamassa hidratadas**

As água puras (originadas pela condensação do nevoeiro ou do vapor de água) e as águas moles (água da chuva ou neve ou gelo derretido) contêm pouco ou nenhum teor em cálcio. Quando estas água entram em contacto com uma argamassa endurecida, espalham-se pelo sistema poroso da argamassa e dissolvem as fase carbonatadas, ricas em cálcio.

O carbonato de cálcio, que é o constituinte principal das argamassas de cal, quando é posto em contacto com a água, dissolve-se até atingir um equilíbrio. Se a água contiver dióxido de carbono dissolvido, esta dissolução ainda será mais extensa. A dissolução do ligante da argamassa pode causar um incremento na porosidade do sistema e, conseqüentemente, da sua permeabilidade, dando origem a um decréscimo da resistência mecânica e a um aumento da susceptibilidade de ser atacada por outros agentes agressivos.

A lixiviação dos sais de cálcio pode ainda ter outros efeitos indesejáveis do ponto de vista estético, como o parecimento de eflorescências brancas de carbonato de cálcio à superfície ou nos materiais adjacentes.

Este primeiro fenómeno surge com muita frequência em alvenarias arqueológicas que, quando ainda preservam os revestimentos murais e estes são pintados, adquirem os seguinte aspectos: ou o de “um véu” leitoso que encobre as decorações pintadas ou pequenos depósitos muito irregulares distribuídos à superfície dos rebocos, constituindo uma superfície rugosa.

#### b) Ataques por poluentes atmosféricos

Os poluentes mais importantes são o  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ <sup>7</sup> e o  $\text{CO}_2$ . A acidificação da chuva é devida, em princípio, ao  $\text{HNO}_3$  e ao  $\text{H}_2\text{SO}_4$  que se formam pela reacção da água com  $\text{NO}_2$  e  $\text{SO}_2$ , respectivamente. Essas águas ácidas, em contacto com as argamassas dão origem à formação de nitratos, sulfatos e bicarbonatos de cálcio, entre outros compostos. Alguns destes sais são facilmente solúveis e lixiviados. Durante muito tempo, os óxidos de azoto foram considerados sem importância no que diz respeito ao seu efeito agressivo. No entanto foi recentemente provado o forte efeito sinérgico produzido pelo  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$  quando estão juntos.

Por outro lado, é vulgarmente aceite que o gesso (sulfato de calcio hidratado –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é o único composto estável formado na interacção de argamassa com o  $\text{SO}_2$ . O gesso produzido é uma consequência da oxidação/hidratação do  $\text{SO}_2$  e da interacção seguinte do ácido sulfúrico com o  $\text{CaCO}_3$  do substrato.

A sulfatação das argamassas produz principalmente espécies insolúveis contendo enxofre (maioritariamente *etringite*: sulfoaluminato de cálcio hidratado –  $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26(\text{H}_2\text{O})$ ), enquanto que as espécies solúveis são em menor quantidade. Estas espécies solúveis encontram-se sob a forma de sulfatos e sulfitos. A presença destes últimos indica que, para além da formação directa de sulfatos, ocorrem também reacções de oxidação-hidratação da deposição seca de  $\text{SO}_2$ .

### c) Cristalização de sais solúveis

A cristalização de sais solúveis no sistema poroso das argamassa conduz frequentemente à sua deterioração. Os sais formam-se a partir dos iões que a água atrai de rochas, solos e da própria argamassa. Os aerossóis de ambiente marítimo e os poluentes atmosféricos de ambiente industrial ou urbano, contribuem também para a deposição de sais nas argamassas. O metabolismo de alguns organismos vivos pode constituir também fonte de alguns tipos de iões.

As argamassas de cal são, de um modo geral, razoavelmente porosas e permeáveis, e conseqüentemente, permitem que uma quantidade razoável de solução transite no seu sistema poroso. Quando os níveis de temperatura aumentam, dá-se a evaporação de uma parte dessa água, e as soluções aquosas (que geralmente transportam sais solúveis) atingem a sua saturação, podendo, com a continuação da evaporação da água, levar à cristalização desses mesmos sais. No entanto sucessivos ciclos de cristalização-dissolução, com conseqüentes

alterações de volume dos sais na estrutura da argamassa, podem destruir mecanicamente uma argamassa. Podem ainda ocorrer outros tipos de reacções expansivas.

#### d) Efeitos dos ciclos gelo-degelo

Este factor tem um significado expressivo em determinadas regiões geográficas, onde as amplitudes térmicas são muito significativas e onde se atinge com regularidade durante as estações frias, temperaturas abaixo de zero.

O aumento do volume específico que ocorre na água contida no interior da argamassa, quando passa do estado líquido para sólido, gera pressões nas paredes dos poros das argamassas, que podem progredir em fissurações ou na sua rotura. As argamassas são frágeis face à acção do gelo, especialmente se estas desenvolvem baixa resistência mecânica, alto coeficiente de saturação em água, e o tamanho do poro for predominantemente pequeno.

#### e) Reacções expansivas e consequente perda de coesão

##### e.1. Hidratação do CaO e MgO

Quando o processo de extinção da cal não é suficientemente intenso, o produto final pode conter CaO e MgO cristalino. As reacções de hidratação destes minerais, dando origem à *portlandite* (hidróxido de cálcio) e brucite (hidróxido de Magnésio) são lentas e expansivas e causam fissuração, podendo mesmo quebrar as argamassas.

### e.2. Formação da *Etringite*<sup>12</sup>

A *etringite* forma-se em consequência da reacção química entre os sulfatos e os aluminatos, geralmente presentes nos produtos de hidratação das argamassas hidráulicas. A cristalização da *etringite* envolve um grande aumento de volume.

Este fenómeno expansivo toma lugar com a desintegração da amostra (fissuração e rotura)

### e.3. Formação da *Taumasite*<sup>13</sup>

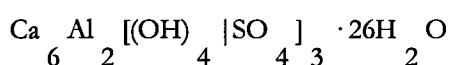
De acordo com alguns autores, o efeito destrutivo da formação da *taumasite* ( $\text{Ca}_3\text{Si}(\text{CO}_3)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), deve-se a mecanismos de expansão muito semelhante aos da formação de *etringite*, mas que estão normalmente associados a baixas temperaturas. Outros autores referem que a formação de *taumasite* envolve a destruição do gel C-S-H e assim a perda de coesão da argamassa.

f) Variações do volume devido a variações térmicas ou à presença de água

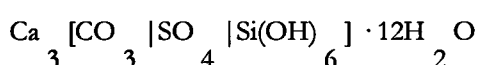
As variações de temperatura podem produzir dilatações e retracções das argamassas e assim criar tensões no seu interior. Paredes que tenham diversas camadas de argamassa com características diferentes são muito susceptíveis a este tipo de degradação, devido a essas camadas apresentarem, frequentemente, coeficientes de expansão térmica e higroscópica diferentes. Sob certas condições,

---

<sup>12</sup> Etringite- sulfoaluminato de cálcio hidratado



<sup>13</sup> Taumasite – sulfossilicato de calico hidratado.



podem produzir tensões nas argamassas que levam à fissuração e quebra das camadas que a constituem.

#### g.) Ataque biológico

A biodeterioração é um processo de degradação originado por organismos vivos ou por produtos do seu metabolismo. O processo e colonização de uma argamassa é favorecido pelas suas características (porosidade, composição e irregularidade), as quais favorecem a retenção de água e o conseqüente crescimento de algas e cianobactérias. Estas últimas formam uma biocamada superficial, semelhante a um muco, que favorece a retenção de areia e pó, o que irá constituir um substrato apropriado para o crescimento de outros organismos vivo mais complexos, podendo mesmo favorecer o desenvolvimento de plantas superiores.

A biodegradação é uma das causas mais frequentes da deterioração das argamassas arqueológicas.

#### h.) Reparações inadequadas

A introdução de argamassa de recuperação à base de cimento nas intervenções de recuperação de monumentos, foi uma prática constante sobretudo no período de finais de 50-meados de 80, tendo vindo a criar um conjunto de fenómenos de deterioração das argamassas pré-existentes e mesmo do monumento, devido a incompatibilidade ao nível das características químicas, físicas, mecânicas e, mesmo estéticas entre os dois tipos de materiais. Algumas delas foram já abordadas anteriormente; outras que se podem citar são casos de

distintas permeabilidades ao vapor de água, resistências mecânicas, contaminação de sais (essencialmente de sulfatos) e deformabilidade, entre outras situações.

## 5.5. Caracterização das argamassas

Como referido anteriormente, o conceito de “argamassa”, no seu sentido lato, está associado a uma mistura de um agregado fino (com um diâmetro inferior a 4mm)<sup>14</sup> com um ligante e água, com possível inclusão de aditivos.

O mesmo não sucede com as diferentes composições das argamassa antigas, onde podemos constatar fórmulas tão díspares, quer no que concerne às granulometrias dos agregados (superiores a 4 mm) como na associação de ligantes actualmente vistos como incompatíveis, incompatíveis como por exemplo o gesso e argila.

A caracterização das argamassas passa, em primeiro lugar por definir a sua função no aparelho construtivo, i.e., a sua “aplicação construtiva”.

A argamassa pode ter a função de “ligar” dois elementos construtivos (geralmente pedras ou tijolos) ou, noutros casos, a função de proteger, revestir ou decorar superfícies arquitectónicas (colunas, fachadas, paredes). Temos como exemplos de aplicação construtiva:

- Argamassa de assentamento de alvenarias;
- Argamassas de colagem de revestimentos cerâmicos (azulejos/ladrilhos);
- Argamassa de revestimento de paramentos (interior e exterior);
- Outros usos : impermeabilização, assentamento, telhas, juntas, etc;
- Argamassa em elementos de decoração;
- Argamassa para pavimentos;

---

<sup>14</sup> Argamassas com agregados com dimensões superiores a 4 mm designam-se por betões (Coutinho, 1988) *Fabrico e propriedades do Betão. Vol.I, Lisboa, LNEC,1988.*



Em recuperação, as argamassas podem dividir-se em:

- Argamassas fluidas para injeção (para consolidação estrutural de paredes, para fixação de revestimentos ao suporte murário);
- Argamassas para preenchimento de lacunas;
- Argamassas para refechamento de juntas;
- Argamassas para impermeabilização (capeamentos);
- Argamassas para remates dos bordos de rebocos ou de pintura mural;
- Argamassas para estucagem e microestucagem (preenchimento de lacunas em fachadas p.ex.);

entre outros casos particulares de aplicação de argamasa na recuperação do património edificado.

Em função da sua aplicação, facilita-se a tarefa da sua identificação, já que com a identificação estrita da sua composição, se consideram argamassa todos aqueles materiais que desempenham alguma funções descritas anteriormente.

A caracterização de uma argamassa está intimamente ligada ao tipo de ligante utilizado. Este aspecto importante vem demonstrar que a evolução cronológica destes importantes componentes das argamassas estão relacionados com a sua produção e desenvolvimento. Se com a consolidação do Império e civilização Romana, o uso da cal – sob diversificadas formas – se generalizou e propagou numa região geográfica considerável, a partir do Século XVIII as argamassas com cal hidráulica começam a surgir, vindo a substituir gradualmente as argamassas de cal aérea. Devido às suas novas propriedades (a possibilidade de ganhar “presa” mais rapidamente e mesmo em ambientes húmidos, sem

necessidade de contacto com o dióxido de carbono, a capacidade de desenvolver maior resistência mecânica a vantagem face aos materiais anteriores veio progressivamente a ganhar terreno.

Finalmente no século XIX, a invenção do cimento *Portland* veio revolucionar o mundo dos materiais construtivos, destronando a cal a todos os níveis da sua aplicação.

### **5.5.1. Metodologia e técnicas laboratoriais para caracterização**

A Teoria de Conservação e Restauro tem salientado cada vez mais a importância histórica e estética da preservação das argamassa originais e o seu papel fundamental na definição de autenticidade formal e material das edificações históricas.

As práticas substitutivas, que ainda constituem na grande maioria das intervenções realizadas em Portugal, originaram várias anomalias devido à incompatibilidade de natureza físico-química, mecânica e estética entre as novas argamassas e os substratos existentes. Para além disso, afectaram o valor patrimonial e arquitectónico do monumento, pela substituição das argamassa originais, com um alto valor documental e estético, por novas, muitas vezes incapazes de reproduzirem as intenções e formas de apresentação histórica das argamassas originais.

Portanto, a conservação e o restauro de argamassas antigas é muito mais do que um problema técnico, pois requer uma grande capacidade crítica na sua abordagem. Naturalmente que as intervenções em património classificado requerem conhecimentos, e metodologias muito similares às originais e exigem sempre um estudo cuidadoso do caso particular (Santos Silva, 2004). Deste modo a caracterização de argamassas antigas tem uma grande importância do ponto de vista arqueológico e no da prática da conservação, pois há muito ainda

a aprender sobre as tecnologias construtivas do passado, a sua diversidade e a relação íntima com a cultura associada e com as características geográficas e os materiais disponíveis localmente para a sua preparação.

Estudos de carácter técnico-científico constituem uma base fundamental de conhecimento onde se poderão vir a alicerçar futuros tratamentos e medidas de reabilitação, de forma a que uma intervenção seja efectuada com o mínimo de garantia, de acordo com a problemática dos materiais e da sua compatibilidade e durabilidade.

A investigação de carácter histórico, focada no tema das argamassas, a pesquisa de informação específica neste campo através de fontes externas à obra – documentação histórica e gráfica, fontes literárias - e mesmo o edificado como documento material (que nos pode fornecer inscrições, gravações, pinturas, informações várias relativas às técnicas utilizadas) permitirá extrair preciosas informações que serão complementares aos resultados laboratoriais.

A compatibilidade e o uso de técnicas tradicionais é altamente aconselhável para uma prática de recuperação compatível. Só desta forma se poderá salvar as jóias do património para usufruto das futuras gerações. De outra maneira, restauros amadores poderão ter graves consequências.

Neste âmbito, o interesse pelo estudo sistemático das argamassas antigas é relativamente recente. Em 1981 surgiu um primeiro passo nesse sentido, patrocinado pelo ICCROM<sup>15</sup>(AAVV, 1981), para tentar estabelecer uma estratégia de investigação de argamasse antigas e também para o estudo e o desenvolvimento das argamassas de recuperação a utilizar em acções de restauro.

Hoje em dia, e sob o ponto de vista técnico e científico, as técnicas laboratoriais para caracterização de argamassas antigas encontram-se bastante evoluídas,

---

<sup>15</sup> (AAVV,1981) Seminar: Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings, Roma.

existindo um vasto leque de recursos disponíveis, que nos permitem actualmente chegar a resultados com um rigor considerável, suficiente para caracterizar, por exemplo a microestrutura, determinar os vários parâmetros da composição e diagnosticar eventuais patologias.

A caracterização de uma argamassa histórica deve seguir, segundo Sánchez (2002), as seguintes etapas fundamentais :

**A. Investigação prévia:** Realizadas por um lado, através de fontes externas ao imóvel, recorrendo a documentação administrativa (orçamentos, facturas), documentação gráfica (plantas, alçados) e documentação histórica (fontes literárias, artigos científicos, notícias etc.) e por outro, através do próprio monumento em si (fonte material).

#### **B. Inspeção visual:**

O objectivo desta é a realização de um relatório detalhado que contenha a informação de base sobre o estado de conservação das argamassas. O procedimento a seguir passa pela :

**B.1.** Observação de todos os elementos construtivos que interagem e contactam com a argamassa (revestimentos, aparelhos, motivos decorativos).

**B.2.** Identificação da sua possível composição qualitativa (p.ex. restos de carvão, que induza a presença de restos do combustível utilizado na calcinação dos calcários para o fabrico da cal, coloração, texturas).

**B.3.** Identificação da sua estrutura técnica – da sua colocação em obra, através da análise da sobreposição dos estratos, da espessura dos mesmos, de marcas de instrumentos, entre outras evidências importante).

**B.4.** Identificação das patologias presentes, seu grau e extensão (lesões como manchas de humidade, fissuras, eflorescências), avaliando o seu alcance mediante a análise dos indicadores de alteração ( i.e., a forma como se evidencia a manifestação das alterações).

### **C. A recolha de amostras :**

A recolha de amostras tem como objectivo caracterizar as argamassas através da determinação da sua composição, das suas propriedades e dos processos de reacção e de alteração.

A colheita de amostras não se pode realizar de uma forma arbitrária, para que seja possível obter resultados representativos. Os objectivos do estudo a desenvolver devem estar à partida bem definidos, antes do processo de amostragem, pois estes condicionam todas as fases subsequentes à recolha das amostras, nomeadamente o tipo de ensaios a desenvolver, a fim de se atingir as repostas aos problema equacionado inicialmente (Veiga, 2004).

Para a amostragem ser representativa, é necessário realizar um plano de amostragem que contenha os seguintes parâmetros (Sánchez, 2002):

- a) Máxima representatividade;
- b) Número de amostras;
- c) Quantidade de amostra;
- d) Local da colheita (profundidade da recolha);
- e) Estado da amostras (compactas ou fragmentadas-pó);
- f) Localização do local da recolha e identificação da amostra, sinalizar de forma exacta; atribuir códigos lógicos.

## **D. Técnicas laboratorias**

Determinar a composição e as propriedades de uma amostra de argamassa através de procedimentos analíticos objectivos, fidedignos e rigorosos, constitui uma etapa fundamental para a caracterização das argamassas. Estes procedimentos analíticos, realizados por diversas técnicas, dividem-se tradicionalmente em grupos, em função do tipo de dados objectivos que se conseguem obter.

### **d1) Análises Químicas**

Têm como objectivo estudar a composição química da amostra, através dos seus:

- elementos maioritários: Si, Al, Fe, Ti, Ca Mg, Na, K, S

Através de resultados obtidos em % de massa ou óxidos ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{SO}_3$ ).

- Determinação da perda de peso por calcinação a 1000°C
- Elementos vestigiais (Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, a, Cd, Sr, Li, etc.)

No Quadro II indicam-se as principais técnicas analíticas utilizadas para a determinação da composição química das argmassas.

Quadro II

<b>TÉCNICAS ANALÍTICAS</b>
Técnicas Clássicas (gravimetria e volumetria)
Métodos específicos de Jedrzejewska, Frizot, Dupis, Cliver, General
Espectrofotometria de absorção (atómica, u.v. e i.v.)
Espectroscopia de emissão (atómica ou de raio X)
Espectroscopia de plasma (ICP)
Fluorescência de raios X (XRF)
Microscopia electrónica de varrimento com EDAX
Espectroscopia de massa
Técnicas cromatográficas

## **d2) Análise Mineralógica**

Este tipo de análise permite obter informações sobre as distintas fases minerais (cristalinas, semi-cristalinas ou amorfas), presentes nas argmassa, das distintas matérias-primas dos produtos de reacção que se geram entre elas e das transformações que se produzem quando entram em contacto com outras, e face ao meio envolvente (e que podem originar novos produtos de alteração).

Permitem obter informações sobre:

a) a composição mineral: as distintas fases minerais, cristalinas, semi-cristalinas ou amorfas;

b) a textura: a distribuição de grão do agregado, a sua forma e alteração, o estado da interface agregado-ligante, a forma de cristalização do ligante, os restos orgânicos, pigmentos de granulometria muito fina.

As técnicas laboratoriais mais utilizadas para o estudo da composição mineralógica e textural apresentam-se no Quadro III.

Quadro III

TÉCNICAS
Difracção de Raio X (XRD)
Microscopia Óptica (OM)
Microscopia espectrográfica
Microscopia electrónica de transmissão ou varrimento
Análise Térmica: - DTA - Análise Térmica diferencial - Tg – Análise Termogravimétrica
Teste da fenoftaleína (mede o grau de carbonatação do $\text{Ca(OH)}_2$ ou <i>portlandite</i> - pH 12, das argamassas de cal ou cimento.

### d3) Análise das propriedades físico-mecânicas

Este tipo de análise permite a determinação das propriedades das argamassas endurecidas, como materiais no estado sólido, situação em que a faz detentora de



determinadas características mecânicas intrínsecas, como um sistema poroso, que permitem a passagem para o seu interior de substâncias procedentes do exterior (ar, água, vapor e agentes agressivos), etc.

Neste tipo de caracterização físico-química é necessário existir uma referência, um padrão. Isto é, uma amostra de características idênticas mas que se encontre em bom estado de conservação; podendo desta forma comparar o grau de deterioração da amostra em estudo.

A variedade de ensaios realizáveis é ampla, de acordo com os objectivos pretendidos: comportamento mecânico; permeabilidade à água sob a forma de vapor, capilaridade da água no estado líquido, entre outros factores que poderão interagir com as argamassas.

No Quadro IV são apresentadas as propriedades físico-mecânicas de maior interesse na caracterização de argamassa antigas.

Quadro IV

<b>Propriedades físico-mecânicas</b>
Estudo da granulometria do agregado
Resistência mecânica :  - à compressão  - à flexão  - módulo de elasticidade dinâmica
Dureza superficial
Porosidade e porosimetria
Permeabilidade à água e ao vapor de água
Resistência à acção dos ciclos de gelo-degelo e à cristalização dos sais

O número de propriedade ensaiáveis de uma argamassa é muito elevada por isso devem-se seleccionar apenas as que proporcionam a informação necessárias para resolver as nossa questões ou problema.

#### **d4) Datação das argamassas**

Por ultimo, refere-se o importante aspecto da atribuição de um intervalo cronológico para as argamassas, que em certos casos poderá ser um instrumento fundamental para a compreensão de determinado monumento arqueológico, o(s) seu(s) períodos de ocupação, as sucessivas reformulações arquitectónicas que um dado imóvel esteve sujeito, entre outras situações.

Para chegar a resultados fidedignos neste âmbito, é importante basear o estudo não apenas os dados obtidos pelas técnicas laboratoriais actualmente disponíveis: como a datação pelo isótopo  $C^{14}$  e a análise dos restos cerâmicos por Termoluminiscência, mas também cruzá-los com fontes externas à argamassa (documentos histórico, dados provenientes de escavações arqueológicas entre outros - espólio, por exemplo).

Todavia, no âmbito da recuperação do monumentos antigos, uma das questões fundamentais é a determinação da constituição das argamassa originais – o traço ligante-agregado - utilizadas no edificado, questão essa muito difícil de determinar com exactidão, pois sob o ponto de vista da conservação, este é uma dado fundamental para se poder definir a(s) formulação(ões) das futuras argamassa de recuperação. Este “despiste” inicial revela-se deveras importante como ponto de partida para a compreensão dos fenómenos de alteração e para o planeamento da futura acção de recuperação.

De acordo com Palomo (s.d.), a bibliografia existente relativa aos métodos técnico-científicos para determinação da composição das argamassas são direccionados maioritariamente para as argamassa de cal. Mas tal como sabemos, este não constitui o “panorama” habitual das argamassa utilizadas no edificado, existindo argamassas com ligantes de outra natureza, como a cal hidráulica e como cimento.

Por outro lado ainda, as normas standartizadas de caracterização para argamassas de cimento, não são passíveis de ser adoptadas para a caracterização de argamassa de cal aérea, permanecendo assim as argamassas de cal aérea sem uma metodologia específica para a sua caracterização.

Entendendo este como um problema a caracterização das argamassas com ligantes aéreos: estas que são comumente utilizadas (quer em edifícios da época romana quer em reparações da mesma época) interessa, na perspectiva deste autor, obter um processo fidedigno e expedito para a sua identificação.

Neste sentido este autor considera que, em primeiro lugar – e antes de se proceder à realização de uma bateria de exames e análises exaustiva – será importante realizar o “despiste” imediato do tipo de ligante presente na argamassa, para desde já à partida, poder classificá-la.

O mesmo autor refere que carácter hidráulico de uma argamassa pode dever-se a vários factores distintos: à presença de aditivos pozolânicos naturais que reagem com a cal ou devido à presença de silicatos de cálcio. Mesmo tendo em conta este aspectos ao nível da sua constituição, Palomo defende que a sua identificação não constitui uma tarefa fácil visto que os constituintes da argamassa reagem entre si, tornando-se depois mais complexo o processo para a sua identificação.

## 5.6 As argamassas utilizadas em recuperação

Uma argamassa, seja qual for a sua função construtiva, sem dúvida que influencia a funcionalidade e a durabilidade da estrutura de um imóvel, pois o seu papel é agregador e estabilizador dos diferentes tipos de materiais construtivos que constituem a edificação. Quando o seu papel é meramente de revestimento – quer interno, quer externo - para além de uma função eminentemente protectora, desempenha simultaneamente uma função estética muito acentuada.

Quando estudamos e intervimos sobre património histórico e arqueológico, estes dois aspectos assumem especial relevo, sendo que a aparência de uma fachada ou de um mural pintado, possui um maior significado do que, por exemplo, no caso de um edifício de cariz estritamente utilitário.

Conservar, para além de tentar atrasar a velocidade de deterioração natural do próprio material, é também estudar e salvaguardar as diversas características técnicas inerentes a um imóvel (não apenas a sua fisionomia arquitectónica, a sua concepção estrutural, mas também os seus aspectos tecnológicos: o talhe da pedra, o tipo de aparelho construtivo, as características de composição dos rebocos, das argamassa de assentamento e de outro tipo de revestimentos parietais) Estas são informações técnicas que também importa conhecer com rigor, registar e preservar para a posteridade. Deste modo, o estudo laboratorial assume aqui uma importância muito importante, no estudo e na preservação da autenticidade histórica do edificado, a diversos níveis.

eticamente é mais correcto, recorrer-se a todos os meios técnicos e científicos disponíveis, avaliar como recuperar e/ou estabilizar, os rebocos antigos, e só em última causa proceder à sua substituição.

Quando esta última hipótese é ponderada, e numa actuação consciente de recuperação, dever-se-ão ter em conta as seguintes directrizes :

a) A partir dos resultados obtidos através das técnicas laboratoriais de caracterização disponíveis actualmente, utilizar essa informação como referência ou ponto de partida para a formulação da futura argamassa de recuperação.

Deve atender-se a que, como se referiu anteriormente, a leitura do resultados dos exames e análise realizados terá que ter em linha de conta todo o processo de alteração, de envelhecimento e perda de constituíntes (e características) ao longo dos anos. Por outro lado, esses dados fornecerão uma leitura, se bem que aproximada, da composição da argamassa original e na grande maioria das vezes, esta apresenta actualmente, características físicas e químicas bastante diferentes, devido ao natural processo de deterioração.

Um aspecto muito importante a ter em conta na formulação da argamassa novas, quer de recuperação quer de substituição, é que, estas não deverão seguir cegamente os resultados obtidos através do processo de caracterização da argamassa original envelhecida, mas acima de tudo contemplar as características compatíveis com a sua futura função na construção e o actual estado do suporte original, com a qual permanecerão em contacto directo.

Pretende-se com isto dizer, que existem um conjuntos de factores paralelos que deverão ser também ponderados, aquando da formulação das argamassas de recuperação, que não apenas os dados resultantes do laboratório.

b) Formular uma argamassa compatível, com um comportamento adequado ao edifício e à situação em causa à data actual, preservando o aspecto original do edifício.

Diz a experiência que, mesmo recorrendo às técnicas laboratoriais actualmente disponíveis, não é de facto possível determinar com o rigor desejado a composição da argamassa original, já que esta sofre diversas transformações

(reacções químicas) durante o seu longo período de vida e face aos agentes externos. São disso exemplo: a dissolução e recristalização do  $\text{CaCO}_3$ , como também certos aditivos de origem orgânica, utilizados em pequenas proporções que são bastante difíceis de identificar em argamassas arqueológicas, pois sofrem profundas alterações ao longo dos séculos, não sendo por isso detectáveis. Estes aditivos modificaram o desempenho das argamassas e o seu comportamento, constituindo por isso um componente muito importante na formulação da argamassa.

Por este motivos, será de facto uma tarefa impossível “reproduzir” uma argamassa romana no século XXI, já que a qualidade das matérias-primas e as tecnologias utilizadas seriam, de longe, muito diferente. Em termos dos materiais, a qualidade da cal, o tempo e o método de extinção, a temperatura de cozedura das cerâmicas, a assimetria granulométrica e a moagem de certos agregados.

Por último, não bastará identificar os constituintes da argamassa para as reproduzir, já que as condições de aplicação (ambientais e tecnológicas) influem muitíssimo no seu comportamento e durabilidade. Duas argamassas de composição idêntica podem ter um comportamento e durabilidade muito diferentes dependendo destes dois parâmetros. E não é possível determinar ainda estes dois aspectos.

Apenas com as informações relativas aos componentes da argamassa podemos chegar hipoteticamente a uma fórmula com um comportamento completamente diferente e com os requisitos que não são os adequadas ao edifício a recuperar nem à situação patológica a resolver.

Deve-se, tanto quanto possível respeitar e manter o tipo de ligante e a natureza e forma de agregados, identificar o tipo de adições existentes (*pozolanas*, pó de tijolo, pelos de animais, fibras vegetais, etc.) e analisar a viabilidade e adequabilidade de os usar ou de os substituir por produtos modernos com funções semelhantes. As características das argamassa preexistentes devem

reproduzir-se tanto quanto possível, apropriadas às características que os suporte à data apresentam.

De acordo com Henriques (2003) as argamassas de reparação ou substituição deverão ser preparadas tendo em consideração acima de tudo o seu aspecto funcional, e os parâmetros ideais a que deverão obedecer irão variar, de acordo com a função desempenhada no edificado ou ruína.

Através da tipificação das funções das argamassa de reparação, podem e devem ser definidos os requisitos específicos para cada argamassa “nova”, de modo a ser garantida a sua eficácia, inocuidade e durabilidade.

Como características fundamentais, estes autores defendem: a necessidade da reduzida absorção de água e elevada permeabilidade ao vapor de água; boa dureza superficial; baixa absorção de água e expansibilidade.

A escolha das argamassas para aplicação na recuperação do edificado deve ser realizada tendo em vista prioritariamente a contribuição para a preservação das alvenarias e, dentro do possível, compatibilizando as características das argamassas com a maior durabilidade das mesmas.

### **5.6.1. Suas características e requisitos fundamentais**

Esta problemática da formulação de argamassas de recuperação na área do Património Cultural reveste-se de alguma complexidade pois, como se referiu anteriormente, existem muitas vertentes a ponderar. Não apenas os aspectos técnicos, estéticos e funcionais terão de ser avaliados, mas também outros, da vertente não menos importante da ética da conservação, como o princípio da intervenção mínima e a retratibilidade, dada a necessidade de preservar a autenticidade histórica do edifício e a compatibilidade com os materiais preexistentes.

Em termos dos requisitos a respeitar pelas novas argamassa, podem citar-se:

a) Requisitos de desempenho

a.1. Não contribuir para acelerar a degradação do suporte e das argamassa preexistentes (aspecto físico, químicos, mecânicos)

a.2. Ter capacidade de protecção dos elementos que se destina a conservar, nomeadamente as alvenarias.

a.3. Não prejudicar a apresentação visual da arquitectura, nem descaracterizar o edifício, contribuindo assim para a manutenção de uma imagem histórica e esteticamente compatível.

a.4. Ter durabilidade: proteger e conservar as alvenarias e a estrutura e manter a imagem do edificio durante um razoável período de tempo.

b) Requisitos ligados à ética da conservação

b.1. Reversibilidade

b.2. Reparabilidade/retratibilidade

b.3. Identidade funcional.

b.4. Identidade material

Estes requisitos traduzem-se nas seguintes características fundamentais que uma argamassa de recuperação deverá contemplar (AAVV, 1981):

a) Eficiente trabalhabilidade

b) Capacidade de ganhar presa rapidamente e com garantia de estabilidade, quer em ambientes secos quer húmidos.

c) Velocidade de fissuração lenta aquando da presa



- d) Características mecânicas e térmicas semelhante aos elementos constitutivos do suporte de alvenaria
- e) O mais baixo teor de sais solúveis possível;

## 5.7. Casos de estudo sobre argamassas romanas

Em Portugal, são ainda relativamente escassos os estudos laboratoriais realizados para determinar a composição de argamassas arqueológicas e estudar as suas patologias. No entanto considera-se que, no âmbito do património arquitectónico, o mesmo tipo de procedimento já se encontra integrado como uma componente preparatória imprescindível nos projectos de recuperação. Com um ritmo diferente, têm-se desenvolvido estudos de carácter técnico e científico cuja finalidade é caracterizar argamassas arqueológicas, quer em contexto de intervenções de recuperação ou musealização, quer no âmbito de projectos de investigação e trabalhos científico-académicos.

Atualmente, e à luz da ética da conservação e restauro vigente, o conhecimento rigoroso das argamassa históricas (sendo as arqueológicas um universo especialmente interessante pela sua diversidade) constitui uma das ferramentas base para se poder aprofundar o seu conhecimento técnico e simultaneamente proceder à sua análise de uma forma fidedigna do estado de conservação, reunindo condições para se poder propor um tratamento de recuperação coerente e compatível.

Dos relativamente escassos trabalhos realizados sobre esta temática que se encontram publicados no nosso país, foram desenvolvidos recentemente (entre os anos de 2002 e 2005), quatro estudos sobre construções romanas pertencentes à estação arqueológica de Troia, incidindo noutras edificações com funcionalidades e cronologias diversas, designadamente sobre o Templo Paleocristão (século IV/V d. C.), os revestimentos das supulturas de *mensae*

(século IV/V d.C.), os revestimentos das fábricas de transformação de pescado, e sobre as argamassas das TRT e da zona residencial (século II-III d.C.).<sup>16</sup>

Estes estudos foram realizados por técnicos no LNEC e no ex-IPCR, utilizando um amplo conjunto de técnicas laboratoriais para a caracterização de argamassas arqueológicas da época romana, desde a mais elementares - observação macroscópica e microscopia óptica - às mais complexas.

No nosso país, são de facto reduzidas as estruturas equipadas e aptas a desenvolver estes estudos, que como se sabe, implicam a existência de equipamento sofisticado e dispendioso. Laboratórios como o LNEC, INETI e ex-IPCR (recentemente designado como IMC) são os locais onde actualmente é possível realizar estes estudos técnico-científicos, e onde os trabalhos desenvolvidos no âmbito da caracterização das argamassa arqueológica da época romana foram executados (vide Anexo III).

Da análise dos mesmos, podemos constatar que todos eles constituem um contributo válido para o avanço do conhecimento do universo das argamassas antigas pertencentes ao período romano, visto que os mesmos apresentam um estudo detalhado de cada amostra, ao nível do estudo da sua microestrutura, características físico-mecânicas, mineralógicas e químicas. Contudo, no que respeita à metodologia utilizada em cada um destes trabalhos e à forma de apresentação dos resultados, observa-se que nem todos seguem as mesmas linhas orientadoras no que respeita às metodologias de caracterização.

Este último aspecto constitui uma desvantagem para os investigadores, na medida em que não existindo uma metodologia de trabalho uniforme instituída neste campo, torna-se mais difícil comparar os vários estudos que se vão

---

<sup>16</sup> O conteúdo de cada um destes trabalhos é apresentado de uma forma sucinta no Anexo III

realizando neste campo, contribuindo para uma dispersão, não permitindo desse modo, que se possa avançar no conhecimento científico.

Por exemplo, este aspecto é evidente nos vários estudos que se desenvolveram sobre as argamassa de Troia. Estes não são comparáveis entre si, pese embora, em muitos casos, as argamassas em si sejam, na realidade, muito semelhantes, senão as mesmas. È nítida a necessidade de se instituir uma normalização de uma metodologia para a caracterização das argamassa antigas, de uma maneira geral, pois dado este passo, cada estudo que seja efectuado futuramente, servirá como um contributo, parte integrante de uma base de dados geral, para que se possam avaliar os mesmos itens, rigorosamente do mesmo modo, e os resultados sejam expressos nas mesmas unidades e comparáveis entre si.

Como se pode observar no Quadro IV nestes trabalhos são utilizadas abordagens diferentes para determinar a composição de amostras de argamassas da época romana provenientes da mesma estação (Troia), conduzindo necessariamente a informações de caracter diverso. Foram utilizadas desde as formas mais simples de caracterização: a observação à vista desarmada, até às técnicas mais sofisticadas de OM, SEM, XRD, entre outras. Os resultados, de uma forma geral apresentam uma informação, que do ponto de vista de conservação é essencial: especificam o tipo de ligante utilizado em cada formulação. Esse resultado aparece expresso, quer de uma forma qualitativa, quer quantitativa (em valores percentuais de ligante e agregado). Os estudos mais completos mostram também, na fracção de agregado, a(s) natureza(s) e as diferentes granulomentrias presentes na amostra.

Quadro IV – Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de Troia

Unidade Arquitectónica	Amostra	M.E.A.	CARACTERIZAÇÃO	Fonte
Templo paleocristão Século IV/V	A.A.	OM	Argamassa de cal e areia (apreciação qualitativa)	CASAL 2002
Templo paleocristão Século IV/V	A.R.- C.P. <i>arricio</i>	OM, XRD, Tga, FTIR $\mu$ S	Argamassa de cal aérea e areia, predominantemente siliciosa, grão médio, com nódulos de cal de tamanho variada; 1 a 3 cm de espess.; Teor de CaCO <sub>3</sub> : 21%	CASAL 2002
Templo paleocristão Século IV/V	A.R.- C.P. <i>intonaco</i>	OM, XRD, Tg, FTIR $\mu$ S	Argamassa de coloração branca, cal aérea e areia de grão muito fino (hipótese : carbonato de cálcio?); 0,1 a 0,5 cm de espessura; Teor de CaCO <sub>3</sub> : 83%	CASAL 2002
Necrópole romana tardia Séc.IV/V	A.R.- C.P. sepulturas nº 48,56 e 57 <i>Opus signinum</i>	OM, XRD, Tg, IR FTIR $\mu$ S, SEM EDS	Argam. de cal com areia siliciosa e frag. moldos e partidos de cerâmica cozida. <b>Sep.48-</b> ----- - 17% ligante <b>Sep.56-</b> 67% agregado- 25% ligante <b>Sep.57-</b> 70% agregado- 23% ligante -	LNEC 2002
Núcleo residencial Século I-II (Tr)	A.A. Tr10 a Tr 17	IC	NO <sub>3</sub> – 0,02 meq/l (vestigial) Cl <sup>-</sup> - 0,2-0,4 meq./l SO <sub>4</sub> – 0,55 meq./l	PRODOMEA 2004
Núcleo residencial Século I-II - (Tr)	A.R. – C.P. Tr18	OM, XRD, Tga., CA IR, SA	Cal aérea + areia de menor granulometria: (partículas < 0,1mm)	PRODOMEA 2004
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	A.R-CP. Tpi1	OM,XRD, Tga/DTA, CA	Tpi1 – revestimento prep. Betão Cal aérea + agregado cacário (5-2,5mm) + areia siliciosa (1,25-0,1mm)	PRODOMEA 2004
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	AR-CP Tpi5	OM,XRD, Tga/DTA, CA	Tpi5 – Cal aérea + agregado calcário (5- 2,5mm) + areia siliciosa (1,25-0,1mm)	PRODOMEA 2004
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	AR-CA Tpi2, Tpi3, Tpi6,Tpi7, Tpi8	OM,XRD, Tga/DTA, CA	Tpi 2- agreg. (1,25-0,1mm)- lig. (<0,1mm) Tpi3 – agreg.(5-2,5mm)+ pó tijolo (0,1mm) Tpi 6- agreg. 73% - lig. 27% - 1:3 Tpi 7- agreg. 79% - lig. 21% - 1:4 Tpi 8 - agreg. 88% - lig. 12% - 1:7	PRODOMEA 2004
Fábrica de salga de peixe Orla fluvial Séc-III – Tph	A.A. Tph32,Tph34	OM,XRD, Tga/DTA, EDAX,CA,SEM	Tph32 –agreg. 6 partes – 1 ligante Tph34 -17% de areia siliciosa- 16% cal	PRODOMEA, 2004
Fábrica de salga de peixe Orla fluvial Séc-I-II - Tph	AR-CP Tph20,Tph31,Tph33	OM,XRD, Tga/DTA, SEM, EDAX,CA	Tpi 20 - quartzo+ pó cerâmica (0,1mm) + cal e fino pó de tijolo (<0,1mm). Tph31 – 61% areia + tijolo -18% cal Tph33–6%areia-silici+41%calcário+28% dolomite+ 12% cal	PRODOMEA, 2004

Outros estudos ainda, debruçam-se apenas na identificação qualitativa e quantitativa do teor em sais solúveis contido nas amostras, tendo por isso o objectivo de identificar potenciais causas de degradação.

Mas independentemente do contributo valioso que estes trabalhos fornecem, este seria muito maior se estes resultados pudesse ser comparáveis. Esta diversidade de abordagens, por vezes é compreensível, pois nem sempre existem as condições técnicas, financeiras ou mesmo de oportunidade de colaboração entre entidades, que permitam a realização de uma “bateria” completa de exames e análise, que idealmente seria aconselhável.

Ainda no mesmo âmbito foram desenvolvidos por investigadores portugueses estudos de carácter técnico-científico sobre argamassas antigas pertencentes a outras estações da época romana como são caso das Termas de Conímbriga, Termas e S. Cucufate e Mértola. Muitos destes trabalhos foram realizados por investigadores do LNEC e que se apresentam no Quadro V.

Quadro V - Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de outras estações arqueológicas em Portugal

Estação arqueológica Unidade Arquitectónica	Amostra	M.E.A.	RESULTADOS da CARACTERIZAÇÃO	Fonte
<b>Conímbriga</b>  Termas (Sul) Dois tanques ( <i>natafio</i> ) II  d.C	CON1	IR, SA OM, XRD XRF, Tg	“as amostras de argamassa com ligante de cal e agregado silicioso e fragmentos e pó de cerâmica “  70% agre.g-30% lig.	VELOSA, 2005
	CON2	OM, XRD XRF, Tg	“as amostras de argamassa com ligante de cal e agregado silicioso e fragmentos e pó de cerâmica “  70% agreg.-30% lig.	
	CON4	IR, SA OM, XRD XRF, Tg	“as amostras de argamassa com ligante de cal e agregado silicioso e fragmentos e pó de cerâmica “  80% agreg.-20% lig.	
	CON5	IR, SA OM, XRD XRF, Tg	“as amostras de argamassa com ligante de cal e agregado silicioso e fragmentos e pó de cerâmica “  70% agreg.-30% lig.	
<b>S.Cucufate</b>  -Tanque Nascente - Capela e - Estrutura habitacional	SC1	IR, SA OM, XRD,XRF	Agreg. Silicioso e cerâmico: Pred. >5,0mm +  Cal aérea hidratada	LNEC, 2005
	SC2	IR, SA OM, XRD XRF	Agreg. Silicioso (distrib uniforme <5,0mm) +  Cal aérea hidratada	
	SC3	IR, SA OM, XRD XRF	Agreg. Silicioso (distrib uniforme <5,0mm) +  Cal aérea hidratada	
<b>Mértola</b>  - Criptopórtico - Lanternin	Mr1	IR, SA OM, XRD XRF	Agreg. Silicioso (Pred. >5,0mm) +  Cal aérea hidratada	LNEC, 2005
	Mr2	IR, SA OM, XRD XRF	Agreg. Silicioso (Pred. Da fracção >0,630-0,315mm) +  Cal aérea hidratada	
	Mr3	IR, SA OM, XRD XRF	Agreg. Silicioso e cerâmico (Pred. >5,0mm)  +  Cal aérea hidratada	

A observação do Quadro V vem reforçar a ideia de que de facto, em diferentes estudos recentes realizados no mesmo ano sobre argamassas arqueológicas do período romano, recorrem a métodos laboratoriais diversos, traduzindo-se depois em resultados que infelizmente não poderão ser alvo de comparação. No entanto nestes três trabalhos pode-se constatar que a metodologia de trabalho é semelhante, recorrendo-se a: IR, SA, OM, XRD, XRF, sendo que o estudo sobre as argamasas de Conímbriga integra também a Tg.

## 6. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS CONSTITUINTES DO COMPLEXO TERMAL

### 6.1. Introdução

De acordo com o exposto nos capítulos anteriores, pode-se constatar que as TRT, uma das onze construções da época romana conhecidas até ao momento nesta estação, constituem uma das poucas unidades arquitectónicas escavada na sua totalidade e apresenta na actualidade um razoável estado de conservação. Estas condições permitem hoje distinguir todos os compartimentos que constituiriam os banhos, através das particularidades arquitectónicas típicas de um *frigidarium*, *tepidarium* e *caldarium*. Ao nível construtivo, as TRT apresentam características muito semelhantes às restantes construções pertencentes à estação, quer no aspecto das matérias-primas utilizadas, quer ao nível dos aparelhos utilizados.

Dos três momentos cronológicos em que as TRT sofreram intervenções de recuperação, pode-se afirmar seguramente que estas ocorreram em três épocas muito distintas, quer ao nível da abordagem, da metodologia seguida e dos materiais envolvidos, acarretando com isso naturalmente, resultados técnicos, estéticos e efeitos secundários necessariamente diversos.

Relembra-se que o objectivo proposto deste estudo é analisar, sob diversos parâmetros, cada época de intervenção, caracterizando-a, e procurar entender os motivos da maior ou menor eficácia e compatibilidade das acções praticadas.

Não será possível atingir esta meta sem proceder previamente ao conhecimento das argamassas utilizadas originalmente nesta construção – século III d.C. – pois o seu estudo rigoroso, sob os diversos níveis, consistirá num valioso instrumento



de trabalho, pois servirá como referência de aferição e de avaliação da maior ou menor adequabilidade das argamassas que foram adicionadas sucessivamente, em períodos subsequentes.

Para servir de base a este estudo procedeu-se a uma análise bibliográfica de alguns casos de estudo realizados por investigadores portugueses sobre argamassas de sítios arqueológicos romanos, nomeadamente aos efectuados sobre o sítio de Troia e outros, que maioritariamente dizem respeito a estações arqueológicas da época romana situados em território nacional. Esta análise será apresentada no Anexo III.

Tendo como finalidade proceder ao estudo minucioso e análise crítica das intervenções de recuperação antigas executadas neste complexo termal da época romana, foi realizada uma primeira etapa de caracterização das argamassas baseada num exame visual *in loco*, tendo com objectivo fundamental identificar a sua estrutura e as características físicas das argamassas empregues na construção das termas e na recuperação subsequente.

## 6.2. Materiais e Métodos

### A. Investigação prévia:

Foi realizada a compilação das informações histórica e arqueológica recolhida, primeiramente sobre toda a estação romana de Troia: a sua descoberta, as primeiras notícias, e depois aprofundando a investigação focando apenas nas TRT, através da pesquisa bibliográfica e gráfica, assim como dos relatos orais das últimas campanhas de escavação e de alguns dos trabalhos de recuperação efectuados (vide Capítulos 3 e 4).

Como atrás foi referido, para colmatar muita informação escrita inexistente que dissesse respeito às intervenções de conservação e restauro realizadas no passado, recorreu-se muitas vezes à monumento arqueológico em si, como fonte de informação, tentando entender através das evidências deixadas, quais as patologias que terão justificado certas intervenções, e caracterizar esses mesmos trabalhos de recuperação.

### B. Inspeção visual:

Numa fase inicial foram realizadas três deslocações ao terreno para fazer uma inspeção visual rigorosa, no sentido de identificar o número total de argamassas com características diferentes, existentes nesta construção termal. Ao todo foi possível identificar à vista desarmada catorze tipos de argamassas que, macroscopicamente apresentavam características físicas distintas e que foram classificadas de acordo com a sua função, cor, textura, porosidade, tipo de ligante e agregado.

Para facilitar o estudo e tornar mais objectivo o processo de caracterização, foi atribuído um código a cada uma das amostras de argamassa : de A1 a A11. As

amostras A1 a A6 correspondem a argamassas que pertencem à construção original das Termas. As amostras A7 e A8 correspondem a duas reparações das TRT ainda durante a época da sua utilização (finais do século III d. C.) e finalmente as amostras A9 a A11 correspondem a argamassas de recuperação introduzidas durante o século XX. O quadro VI apresenta de uma forma sucinta a correspondência dos códigos atribuídos com cada tipo de argamassa e a respectiva função.

Quadro VI – Designação das amostras de argamassas das TRT

<b>Código</b>	<b>Localização</b>	<b>Função</b>
<b>A.1</b>	Paredes perimetrais e divisórias	juntas
<b>A 2</b>	Paredes divisória do <i>Caldarium</i> e <i>Tepidarium</i>	assentamento
<b>A 3</b>	Muros apenas a Norte, directamente em contacto com a fábrica adjacente.	assentamento
<b>A 4</b>	<i>Apoditherium</i> - Banco (vestígios do revestimento da cetária da antiga fábrica)	Revestimento parietal interior (Preparação)
<b>A5</b>	Sala dos três pilares Revestimento decorativo pintado	Revestimento parietal interior Pintura mural
<b>A5.1</b>	<i>Frigidarium</i> Duas piscinas ( <i>alvei</i> )	Revestimento interior impermeabilizante <i>Opus signinum</i>
<b>A5.2</b>	<i>Frigidarium</i> Sala central com mosaico	Revestimento parietal e pavimento em <i>Opus signinum</i>
<b>A5.3</b>	Cisterna	Revestimento interior impermeabilizante <i>Opus signinum</i>
<b>A 6</b>	Abside do <i>praefurnium</i> <i>Frigidarium</i> (a Poente)	Revestimento parietal - exterior
<b>A 7</b>	<i>Frigidarium</i> Sala do mosaico	Reparação pavimentos
<b>A 8</b>	<i>Frigidarium</i> Sala do mosaico	Reparação pavimentos
<b>A 9</b>	Paredes perimetrais e divisórias	Reparação Fecho de juntas Remate de rebocos Capeamentos
<b>A 10</b>	Paredes perimetrais e divisórias Sala dos 3 pilares (entrada)	Reparação, Fecho de juntas Remate de rebocos e capeamentos
<b>A 11</b>	Abside do <i>praefurnium</i> (superfície interna)	Reparação , Fecho de juntas Reconstrução parcial do muro

### C. Recolha de amostras

O processo de amostragem é, pela sua natureza, necessariamente destrutivo, pelo que se optou por reduzir ao mínimo a quantidade de amostra. Em primeiro lugar, devido ao grau de degradação de algumas das argamassas pertencentes às TRT, tentou-se minimizar o processo de destruição e perda de material construtivo original; por outro lado, em alguns dos casos, os vestígios de argamassa originais são tão diminutos em quantidade, que recolher uma amostra corresponderia a destruir uma percentagem considerável de um raro testemunho arqueológico.

Recolheram-se preferencialmente fragmentos já destacados ou em vias de destacamento, evitando desse modo, contribuir ainda mais para a destruição das termas em estudo. Estas amostras encontravam-se geralmente mais degradadas e com mais contaminação biológica, do que as que estavam mais fortemente aderidas à construção. Por conseguinte, no que toca aos revestimentos interiores como pintura mural por exemplo, dado que apenas subsistem alguns fragmentos em três casos concretos (A.5) e o revestimento das duas *alveii* do *frigidarium* (A5.1), optou-se por não recolher amostras, e apenas realizar uma análise visual *in situ*.

As amostras foram recolhidas a 30 de Abril de 2007 em dez pontos distintos do edifício balnear, com a finalidade de cobrir o maior número possível de argamassa distintas que actualmente compõem esta construção. Incluem-se as argamassas utilizadas originalmente na construção: argamassas de assentamento de alvenarias, de fecho de juntas e de revestimento das paredes. De entre as argamassas que foram sendo introduzidas ao longo do tempo, resultado de várias intervenções de recuperação em diversos períodos cronológicos, incluem-se as

argamassas de consolidação, reconstrução, refechamento de juntas, de remate e de capeamento. A fig.32 apresenta os locais de amostragem assinalados.

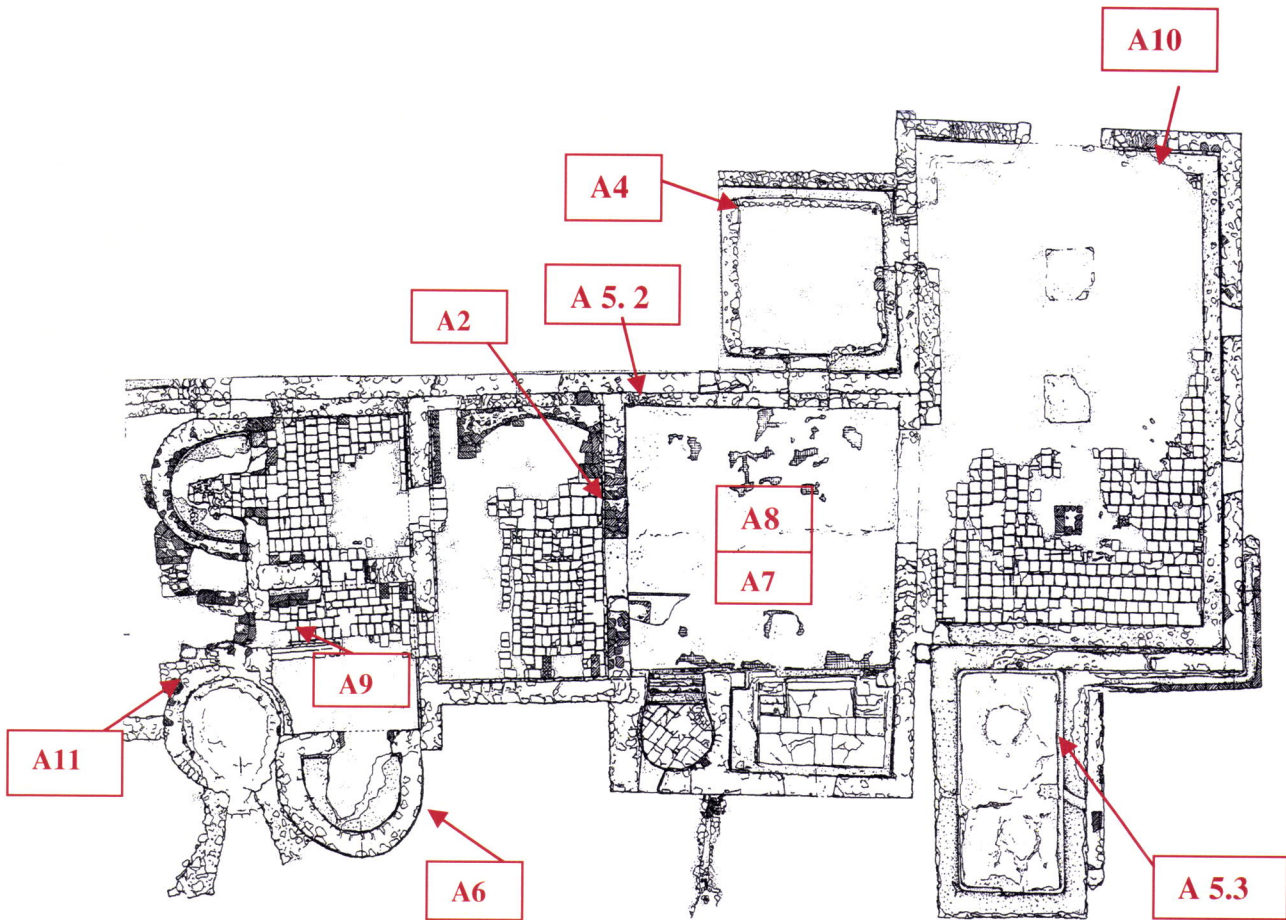


Fig. 32 – Planta geral das TRT (Etiénne, 1994) com os locais de amostragem assinalados.

As amostras A1, A3, A5 e A.5.1 não foram recolhidas por questões relacionadas com a preservação da integridade da construção em estudo.

Por cada tipo de argamassa identificada, foi colhida uma amostra compacta de cerca de 1 cm x 1 cm x 1cm com a ajuda de uma espátula de inox. Nos casos em que não foi possível aproveitar as argamassas destacadas ou em vias de destacamento, recorreu-se à remoção de um pequeno “nódulo” com as mesmas dimensões, com o auxílio de uma espátula de inox e de um pequeno martelo,

armazenando-as em sacos de polietileno, devidamente identificados com etiquetas com os nomes da estação arqueológica, do núcleo arquitectónico, do número de amostra – seguindo a designação atribuída no Quadro VI, a descrição da argamassa, a data de recolha e a assinatura do operador.



Fig. 33 – Tabuleiro com as amostras de argamassa

O número de amostras recolhidas foram em número de dez, sendo quatro do período inicial (pertencentes à construção original, atribuída ao século III d.C), duas pertencentes à fase de reparação da época romana e por fim, três amostras que correspondem às intervenções de recuperação executadas durante o século XX.

### 6.3. Caracterização das Amostras

Numa primeira fase da caracterização procedeu-se à observação à vista desarmada de cada amostra e seguidamente à lupa binocular. Descreveram-se os seguintes parâmetros: identificação da amostra, número de código, função construtiva da argamassa, referindo os elementos construtivos com que esta interage, a sua estrutura tecnológica (a sobreposição de estratos-o seu número e espessura-, se existem marcas de instrumentos ou outras evidências importantes).

Seguidamente registaram-se as suas características físicas. É descrita a sua coloração, a sua textura, a sua porosidade e a sua dureza, o aspecto dos agregados (a coloração, a granulometria, a forma, a provável origem e a natureza) e o seu ligante expectável.

A informação extraída desta primeira etapa do trabalho encontra-se sintetizada no Quadro VI.

Seguindo a mesma metodologia de trabalho e recorrendo aos mesmos métodos de exame – observação à vista desarmada e, em alguns dos casos, auxiliada por OM – foi aprofundada a descrição e a caracterização dos catorze espécimes de argamassa em fichas especificamente realizadas para esse efeito neste trabalho (vide *Fichas de Identificação de Argamassa* que se apresentam no Anexo I). Com esta forma de registo, procurou-se concentrar toda a informação que foi possível recolher com os meios disponíveis no decurso deste trabalho, e descrever os parâmetros para caracterização das argamassa de uma forma concisa e objectiva.

Nas *Fichas de Identificação de Argamassas* procuram-se caracterizar as argamassas com base na observação visual e com o auxílio da OM, não apenas em termos

das suas características físicas, como também do seu actual estado de conservação.

Cada *Ficha de Identificação de Argamassas* é constituída pelos os seguintes campos:

Grupo I – Identificação e localização da amostra de argamassa na construção

Grupo II – Estrutura Técnica (exame macroscópico)

Grupo III – Características Físicas (exame macroscópico)

Grupo IV – Diagnóstico

Grupo V - Características Físicas (OM - Lupa Binocular)

A segunda etapa de caracterização, foi realizada mediante observação por microscopia óptica com uma o lupa binocular *Olympus – SZH10 Research Stereo* com o softwear : *Cel l^D Soft Imaging System - Imaging Softwear for life Science Microscopy*, associada a uma máquina fotográfica digital

17

A observação à lupa binocular, a baixas ampliações (<100x) permite detectar aspectos particulares na amostra, como por exemplo, a presença de materiais de origem vegetal, a sobreposição de vários estratos entre outros aspectos interessantes.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> O microscópio óptico foi o primeiro instrumento que tornou possível aumentar a acuidade do olho humano permitindo a observação da microestrutura dos materiais. Constitui a técnica mais utilizada e a mais versátil. A sua existência ronda os trezentos anos e o seu campo de aplicações é muito vasto. No campo da caracterização das argamassas antigas, constitui de facto uma das principais técnicas utilizadas, através da qual se pode extrair muita informação, numa etapa inicial, quando realizada por técnicos habilitados e experientes nesta área de estudo (VEIGA, 2004).

<sup>18</sup> Esta técnica deve ser utilizada em amostras com a superfície polida, tendo esta que ser previamente impregnada numa resina acrílica incolor – para lhe conferir resistência física – para depois poder suportar o corte e posterior polimento sem ocorrer a desagregação. A técnica da microscopia óptica mais utilizada baseia-se na observação em luz transmitida (microscópio pectrográfico), devendo esta ser suficientemente delgada para que a luz a possa atravessar (espessura de 30 microns) (VEIGA, 2004)



As amostras foram preparadas rudimentarmente de modo a apresentarem uma superfície horizontal bastante plana, para permitir a observação da sua estrutura. Esta preparação da superfície utilizou meios abrasivos para atingir esta finalidade (microdrill com discos abrasivos). Não foi realizada a técnica de preparação de amostras por impregnação de resina, pelo que não foi possível proceder a um corte e polimento perfeitos.

As imagens obtidas através deste meio de exame foram registadas com uma gama de ampliações de 20x e 40x, de forma a que os resultados entre as argamassas pudessem ser comparáveis.

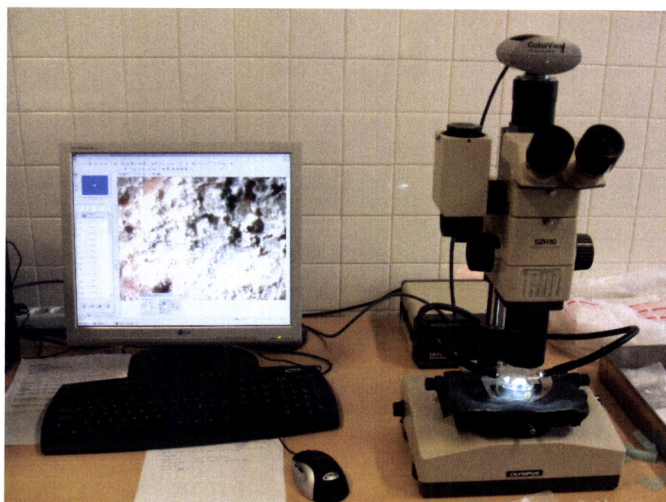


Fig. 34 – Equipamento utilizado na observação, registo e caracterização das amostras de argamassas.

Com o auxílio deste equipamento óptico foi possível, através da observação das superfícies das amostras, visualizar a estrutura de cada espécime em estudo (a distribuição dos vários constituintes, a existência de poros, a sua forma, tamanho e distribuição, etc.), os seus componentes (o aspecto da matriz, a forma e natureza dos agregados, a sua distribuição) e por fim o seu estado de

---

conservação: coesão, desagregação, fissuração, ataque biológico, líquens, filamentos orgânicos, eflorescências salinas, ou nalguns casos, a deposição de materiais estranhos.

#### **6.4. Análise crítica sobre as argamassas introduzidas nos diversos períodos cronológicos**

De acordo com as fontes disponíveis sabemos que à partida o romanos conheciam uma tecnologia de construção e muito do saber herdado da civilização Grega, tendo-a utilizado em larga escala e divulgado pelo vasto território do Império Romano, embora com algumas adaptações de acordo com as características geográficas e os recursos naturais existentes, que variam de região para região.

Também podemos considerar que as argamassas utilizadas e conhecidas durante o período romano, tendo em atenção o tipo de ligante utilizado, se podem classificar genericamente em duas categorias: as argamassas de cal aérea e as argamassas hidráulicas (fazendo recurso a aditivos pozolânicos naturais ou artificiais)

Tendo em linha de conta o objecto de estudo, a Estação de Troia, que abrange um longo período de ocupação (I d.C.- VI d.C.), e mais concretamente as Termas utilizadas entre os finais do século III -V d.C, pode-se afirmar que neste último espaço de tempo se pode assistir a uma evolução, ou digamos, uma alteração na tradição construtiva romana, certamente considerada um declínio quanto à qualidade técnica e à selecção dos materiais. Numa fase inicial de construção (século I - II d.C.) a tecnologia construtiva revela grande qualidade, pela selecção dos materiais que emprega, tipo de aparelhos construtivos mais

sólidos e regulares e a preparação e aplicação das argamassas, sobretudo ao nível dos revestimentos é bastante mais cuidada. Numa fase mais tardia (não sendo possível precisar exactamente a data partir da qual esta alteração tem o seu início) nas reformulações arquitectónicas das várias construções em Troia, tanto das reparações, como das construções mais tardias (edifícios religiosos e necrópoles), assiste-se a uma diminuição da qualidade na construção, à utilização de materiais construtivos menos nobres, ao recurso mais frequente do tijolo nos aparelhos e nas argamassa de revestimento, esta últimas muito grosseiras e com deficiente técnica de aplicação.

Troia, situada na antiga província romana da Lusitania, não possuía vulcões activos, logo todas as argamassas hidráulicas eram confeccionadas fazendo uso de pozolanas artificiais, no caso, cerâmica cozida.

Considerando o trabalho de caracterização de argamassas realizado em campo, e as do conjunto de catorze argamassas distintas identificadas nesta construção balnear, pode-se afirmar, pela análise das *Fichas de Identificação de Argamassas*, que existem algumas semelhanças entre estas, a vários níveis:

Numa primeira análise, e relacionando cada tipo de argamassa identificada nas TRT, com a sua utilização em cada compartimento da construção, pode-se sintetizar a informação de acordo com os Quadros VII e VIII.

Quadro VIII - Distribuição da ocorrência das argamassas por tipo de compartimento

SECTOR	Compartimento	Argamassas
FRIO	Sala dos 3 Pilares	A1 A5 A9 A10 A11
	<i>Apoditherium</i>	A1 A3 A4 A5 A9
	Pátio <i>Frigidarium</i>	A.1 A5 e A5.2 A7 e A8 A9
	Piscina rectangular	A1 A5.1 A9
	Piscina em forma de ferradura	A1 A5.1 A9
	Cisterna	A1 A5.3 A9
	TÉPIDO	<i>Hipocaustum</i>
QUENTE	Piscina quente Sala 1	A1 A5.3 A9
	Piscina quente Sala 2	A1 A5.3 A9
	<i>Praefurnium</i>	A1 A9 A11

Pela análise do quadro VII, pode-se verificar que as argamassas A1 se encontram presentes em todos os compartimentos, sendo portanto o tipo mais utilizado para o assentamento (construção dos muros) e fecho de juntas. A existência de pintura mural (A5) parece ter existido originalmente em quase todos os compartimentos de preparação e banhos, sendo que a Sala dos três Pilares, o *apoditherium* e o *frigidarium* mostram ainda resquícios deste revestimento decorativo. Se se encontrassem em melhores condições de preservação, o *tepidarium* e o *caldarium*, exibiriam ainda muito provavelmente vestígios semelhantes nas paredes.

O *opus signinum*, sob diversas formulações (A 5.1 e A 5.3,) foi utilizado numa fase inicial para revestir compartimentos onde circulava ou se armazenava água – conduta do aqueduto, revestimento interno da cisterna, e nas piscinas do sector frio e quente – com o propósito de impermeabilizar estas construções. Contudo este mesmo *opus* também se encontra no pavimento e numa das paredes do *frigidarium*, e na piscina de água quente : A.7, A.8, A5.2, respectivamente - mas nestas situações foi aplicada parcialmente nestas superfícies, tendo aqui uma função de reparação.

As argamassas cinzentas A9 e A10 possuem distribuições distintas: a primeira foi utilizada em larga escala, e praticamente em todos os compartimentos, sendo que a A10, que será provavelmente uma “variação” da formulação da A 9, foi apenas utilizada em pequenos preenchimentos na Sala dos Três Pilares.

A argamassa tipo A11 foi utilizada em áreas muito restritas, observando-se a sua aplicação no pano exterior da abside do *praefurnium* e numa área localizada da Sala dos Três Pilares.

De acordo com a análise efectuada pode-se concluir que existirá, por certo, uma lógica na utilização e aplicação de cada argamassa de cronologia romana, tendo

em conta a sua composição e a função, que desempenhava na construção, visto cada uma possuir uma formulação diferente, que lhe permitiria desempenhar uma determinada função específica.

Numa segunda apreciação, através da informação recolhida nas *Fichas de Identificação de Argamassas* pertencentes originalmente à época romana, pode fazer-se uma correspondência com as diferentes épocas cronológicas. Essa informação é apresentada sob forma resumida no quadro seguinte VIII.

Quadro IX - Distribuição cronológica das argamassas romanas das TRT  
(originais e de intervenção)

Período Cronológico	Tipo de argamassa	Características
<b>Cetária reaproveitada</b> Séc- I – II d.C.	<b>A.4</b> – Revestimento de cetária (estrato preparatório)	Betão de cor clara com areia siliciosa e brita calcária
<b>1ª fase de construção</b> (finais do século II d.C.)	<b>A.1</b> - Argamassa de juntas	Argamassa clara com granulometria grosseira (cal areia siliciosa)
	<b>A.2</b> - Argamassa de assentamento	Argamassa clara com granulometria grosseira (cal e siliciosa) com nódulos de cal
	<b>A.3</b> – Argamassa de assentamento	Terra argilo-arenosa: Cor castanha avermelhada com inclusão de pequenas pedras angulosas.
	<b>A.5</b> – Revestimento parietal (pintura mural)	Argamassa clara, com 2 estratos de preparação e de acabamento: granulometria muito fina + pintura (listas vermelhas)
	<b>A.6</b> – Revestimento parietal exterior. Reboco da alvenaria que se conserva ainda na zona do frigidarium e abside do frigidarium	Argamassa clara à base de cal, com um barramento branco de textura mais fina
	<b>A.5.3</b> – Revestimento da cisterna (opus signinum) Reservatório de água rectangular	Argamassa rosada à base de cal com fragmentos grosseiros e angulosos de cerâmica., cerca de 10mm de espessura
<b>Fase de reparação</b> (época romana) Ultimo quartel do século III d.C.	<b>A.5.1.</b> – Revestimento parietal interior (opus signinum), Piscina rectangular, Piscina em forma semi-circular, Piscina quente – Sala 2	Argamassa rosada à base de cal com fragmentos grosseiros e angulosos de cerâmica., espessura de 15mm
	<b>A.5.2.</b> – Revestimento parietal interior – op.signinum – Piscina rectangular Piscina de planta semi-circular e Piscina do caldarium – sala 2	Argamassa rosada à base de cal com fragmentos grosseiros e angulosos de cerâmica., espessura de cerca de 15mm
	<b>A.7</b> – Argamassa de reparação (preenchimento de lacunas) (opus signinum) Pátio central do Frigidarium.	Estrato de argamassa rosada à base de cal com fragmentos de tijolo grosseiros Reveste cerca de 10% da área
	<b>A.8</b> – Argamassa de reparação (preenchimento de lacunas e nivelamento do pavimento) (opus signinum) Pátio central do frigidarium	Estrato de argamassa rosada à base de cal com finos fragmentos e pó de tijolo. Reveste cerca de 70% da área.

Da fase mais antiga da construção das termas identificam-se nove tipos de argamassas distintas (A.1 e A.8), três das quais desempenham a função de argamassa de assentamento (A1, A2 e A3) e seis tipos de revestimentos distintos com as seguintes funções: protecção exterior da estrutura muraria em alvenaria (A.6), decoração das paredes interiores (A.5), assim como a função impermeabilizante (A 5.1, A 5.2. e A 5.3).

Também pertencente ao edifício das TRT, existe uma argamassa que se supõe ser a mais antiga. Trata-se de um revestimento muito grosseiro, um betão (A.4) , que correspondia à primeira camada de revestimento interior da antiga cetária, a qual foi integrada e adaptada para a função de *apoditherium*, tendo sido construído posteriormente um banco contínuo adocado às paredes do tanque.

Da fase romana tardia, observa-se pelo menos dois tipos de argamassas contendo pó e fragmentos de tijolo (*opus signinum*) utilizadas na reparação, não necessariamente em estruturas para armazenar ou captar água ou para desempenhar uma função impermeabilizante, A7 e A8 (uma de granulometria mais fina e outra mais grosseira).

Verifica-se pela análise atenta do Quadro IX, que as argamassas utilizadas na construção de origem, quer no levantamento das paredes em alvenaria quer nos seus revestimentos interiores quer exteriores, são – na maior parte dos casos - argamassas claras, à base de ligante de cal, contendo agregados diversos (maioritariamente de arcia siliciosa) mas com granulometrias diferentes, consoante a sua função.

Nos revestimentos as granulometrias dos agregados são mais grosseiras nas primeiras camadas (de regularização do suporte murário) e os estratos de acabamento, utilizando o mesmo ligante, possuem agregados de granulometria mais fina.



De origem, e da fase correspondente à reformulação e ampliação das termas, apenas as estruturas com função de captação e reserva de água são revestidos com argamassa hidráulica – neste caso com *opus signinum* : caleiras do aqueduto, cisterna, *alveii* (piscinas).

Da fase mais tardia e aquando das reparações romanas, nota-se o recurso muito frequente ao tijolo, tanto na construção – com alvenaria de pior qualidade (com pedra de menores dimensões e muito irregular alternada com fragmentos de tijolo para colmatar vazios e nivelar cada fiada de pedra), como nas próprias argamassas a utilização indiscriminada de argamassas - hidráulicas mesmo em casos em que aparentemente a impermeabilização não seria necessária: revestimento parietal do *frigidarium*, as duas reparações do pavimento do pátio do *frigidarium* e na piscina do *Caldarium* (sala 2).

No quadro X apresentam-se as argamassas utilizadas nas três fases de recuperação das termas:

Quadro X - As argamassas utilizadas nas três fases de recuperação das termas

Período Cronológico	Tipo de argamassa	Características
Fase de reparação (época romana) Posterior ao século III d.C.	A.7 – Argamassa de reparação (preenchimento de lacunas) ( <i>opus signinum</i> ) Pátio central do <i>frigidarium</i> .	Estrato de argamassa rosada à base de cal com fragmentos de tijolo grosseiros
	A.8 – Argamassa de reparação (preenchimento de lacunas e nivelamento do pavimento) – <i>opus signinum</i> – Pátio central do <i>Frigidarium</i>	Estrato de argamassa rosada à base de cal com finos fragmentos e pó de tijolo.
Século XX  Décadas de 50-70's	A.9 - Argamassa cinzenta muito rígida Fecho de juntas, reconstruções, consolidação, capeamentos e remates dos rebocos.	Argamassa muito coesa, de coloração cinzenta, granulometria muito grosseira (areia siliciosa)
	A.10 - Argamassa cinzenta muito rígida Fecho de juntas, consolidação.	Argamassa muito coesa, de coloração cinzenta amarelada, granulometria muito grosseira (areia siliciosa e saibro)
Século XX  Década de 80	A.11 – Argamassa para consolidação e reconstrução parcial da <i>abside</i> do <i>praefurnium</i> e fixação de elementos construtivos na Sala dos 3 Pilares.	Argamassa clara, amarelada com granulometria grosseira (cal areia siliciosa), muito porosa e coesa

## 6.5. Discussão

Tendo sido feita uma apreciação (em três períodos cronologicamente distintos), da forma evolutiva das técnicas de construção associadas aos diferentes tipos de argamassas utilizadas na recuperação das termas, pode-se agora proceder a uma comparação entre os diferentes materiais empregues.

Relativamente às intervenções de recuperação propriamente ditas, e no que se refere àquelas executadas durante o período de utilização das termas, pode-se constatar que, do ponto de vista da forma como esses pequenos trabalhos foram realizados, a sua técnica segue de forma muito directa as técnicas de construção romanas e o seu propósito prende-se intimamente com a manutenção do espaço em condições que permitissem a sua utilização em continuidade. Isto é, a regularização do pavimento do *frigidarium*, a impermeabilização de um dos *alveii* deste sector frio e outro do sector quente, são exemplos de que existia uma preocupação em restabelecer a funcionalidade deste espaço termal.

As características técnicas e materiais destas intervenções da época romana tardia, levam a crer que estas intervenções seriam contemporâneas, ou que a sua aplicação terá sido bastante próxima no tempo, uma vez que existem muitas semelhanças no tipo de abordagem e no tipo de solução implementada. Os materiais seleccionados para a preparação das argamassas são muito semelhantes, compondo uma argamassa de características muito idênticas. Aliás, pode observar-se este tipo de argamassa de reparação (*opus signinum* de granulometria muito grosseira) em vários pontos da fábrica contígua, aplicada também em épocas tardias de reparação, sobretudo em zonas mais frágeis como são os revestimentos (das cetárias e dos pilares).

Contudo, o tipo de abordagem que existe nestas operações revela claramente que se tratam de reparações estritamente funcionais” onde o aspecto estético e

de valor material não é tido em conta, levando a que esta estrutura perca as suas características de autenticidade iniciais, sofrendo um decréscimo de interesse estético e patrimonial. Com efeito, os materiais nobres – como o revestimento em mármore e os mosaico - são revestidos e ocultados por um material mais grosseiro.

Porém, o comportamento entre o substracto arqueológico e o *opus signinum* aplicado posteriormente é de facto satisfatório, existindo um boa adesão entre ambos – embora não muito forte - e a fissuração é escassa ou quase inexistente. Pensa-se que a boa adesão obtida entre as duas argamassas (originais e de recuperação) se deverá (não tanto por uma eficiente técnica de aplicação, pois observou-se que estas recuperações eram de certo modo realizadas sem grande cuidado a diversos níveis), mas pela utilização de matérias-primas muito semelhantes ou as mesmas do substracto original. Contudo, nalguns casos a superfície conservada é muito reduzida pois a estrutura encontra-se muito destruída;

Do ponto de vista estético, este tipo de operações não respeita, de todo, a estrutura original (a sua morfologia, a sua técnica e materiais construtivos) e a sua autenticidade, ocultando valores de maior interesse e consequentemente desvalorizando-a.

É certo, porém, que se tratam de intervenções bem visíveis e demarcadas, tornando-se hoje em dia facilmente identificáveis, o que constitui sem dúvida um aspecto positivo; não se corre o risco de tomar estes “acrescentos” como parte integrante da construção original.

O uso indiscriminado de argamassas hidráulicas para situações de reparação neste época, pensa-se que poderá estar eventualmente relacionado com os aspectos de durabilidade e de funcionalidade.

Todavia, à luz da ética vigente da conservação e restauro, estas não seriam classificadas como intervenções exemplares, sobretudo no que toca ao aspecto da autenticidade histórica e arqueológica deste imóvel. Não obstante, constituem “adições” à construção original, datados de aproximadamente do século V d.C., que embora a desvirtuem, são hoje parte integrante do imóvel, como um todo. Tendo em conta que estes restauros são considerados históricos, estes constituem testemunhos materiais importantes de como o Homem tentava solucionar problemas de degradação de edifícios numa determinada época, e que importa também preservar para as gerações futuras.

Pode-se afirmar que as reparações efectuadas ao longo do século XX possuem semelhanças entre si. Ambas foram realizadas com a finalidade clara e objectiva de recuperar e consolidar “uma ruína arqueológica” após a sua escavação e estudo científico, protegendo-a e restaurando a integridade física da ruína.

Os materiais utilizados foram aplicados nas zonas onde eram estritamente necessários. Constata-se porém, que a natureza dos materiais se realaciona intimamente com a sua época de utilização. Como é sabido, foi a partir dos anos 50/60 que, em Portugal existiu uma larga utilização das argamassa contendo cimento como ligante na construção nova. Ora este aspecto reflectiu-se directamente nas intervenções de conservação e restauro desenvolvidas durante as décadas especialmente de 70 e 80, e ainda de 90, do século XX. Assim este “novo material” veio a influenciar decisivamente os trabalhos de recuperação; são disso exemplo muitos monumentos arqueológicos espalhados pelo nosso país. As argamassas cimentícias foram utilizadas massivamente e com alguma confiança, de que se tratavam efectivamente de um material muito coeso e “duradouro” logo; pensava-se, que reuniria as características adequadas para a recuperação do património edificado.

É evidente que estas opiniões sofreram um retrocesso ao fim de alguns anos de observação em casos recuperados com argamassa com cimento *Portland* visto que a dureza, salinidade, tipo de adesão e impermeabilidade induzida nestas argamassas, desencadeou diversas formas de degradação e agravamentos vários: fissuração, erosão, destacamentos, muitas vezes trazendo consigo partes da construção original.

No que concerne ao comportamento entre os dois materiais, pode-se afirmar que de uma forma geral apresentam, surpreendentemente, um comportamento estável: boa adesão, não existem sinais de fissuras de retracção (figs.35,36,37 e 38)

Levanta-se a hipótese, e com base nas observações realizadas com OM, que a boa adesão obtida entre as duas argamassas (originals e de recuperação) se deverá à utilização de argamassa “pobres” i.e. com menor teor de ligante em relação à quantidade de gregado. Na verdade, foi possível constatar através das microfotografias realizadas nas amostras de argamassa A9 e A10 (vide *Fichas de Identificação de Argamassas* N° 10 e N°11), que a distribuição de agregados siliciosos na matriz do ligante é muito densa, pondo-se a hipótese de que o traço desta argamassa fosse “pobre” em ligante, resultando assim numa argamassa mais fraca e com menor poder de retracção; e que estas características tenham permitido um comportamento menos danoso face ao subtracto original. Porém esta hipótese terá que ser confirmada por meios laboratoriais.

No entanto, nalguns dos casos é notória a incompatibilidade do materiais introduzidos, mais concretamente quando esta argamassa cinzenta foi aplicada sobre revestimentos (remates) em superfícies verticais ou oblíquas. Nestas situações observa-se muito frequentemente fissuração da argamassa de recuepração aplicada, formação de bolsas e por fim, o destacamento da superfícies intervencionadas, arrastando fragmentos de revestimento romano.

Mais tarde, no nosso país, com o surgimento dos primeiros cursos de formação de técnico profissionais de conservação e restauro (anos 80), e da abertura de Licenciatura nesta área (anos 90), deu-se início a outra atitude e a outra consciência a todos os níveis (incluindo questões relativas à ética e ao tipo de abordagens). Consequentemente, os materiais empregues nas operações foram alvo de uma ponderação e de critérios mais cuidados. Desta época poderá eventualmente tratar-se de uma intervenção pontual, de consolidação e reconstrução parcial do paramento exterior em *opus incertum* de uma das absides do *caldarium*.

A década de 80 é pois, marcada por uma viragem radical, que se vai traduzir não apenas pelo tipo de vestígios materiais visíveis no terreno, mas também pela forma de abordagem, execução e registos deixados – que marcam uma nova atitude: tratam-se das primeiras intervenções de conservação realizadas por técnicos especializados na área da recuperação, com formação adequada através dos primeiros cursos no nosso país, ministrados pelo MMC. Uma nova atitude e consciência da abordagem da conservação e estudo do património e uma forma global emerge.

Esta nova mentalidade encontra-se materializada em duas reparações das TRT, uma das quais a abside de uma das piscinas do *caldarium* (sala 1), onde notoriamente o aspecto da compatibilidade dos materiais a introduzir durante a operação de reconstrução e consolidação, são tidas em consideração, assim como o respeito pelas técnicas construtivas originais e o impacto estético da intervenção. Passadas quase três décadas podem-se avaliar os seus efeitos, que se caracterizam por uma boa adesão, inexistência de fissuração, retracção ou destacamentos. Pode-se afirmar que existe uma compatibilidade com

técologia construtiva e estética. Todavia a argamassa introduzida aparenta ser muito dura. Porém ainda não se conhecem os efeitos da sua interação com a argamassa original, a longo prazo (Figs.41 e 42).



Fig.35 - Parede situada no extremo Noroeste das TRT com reconstruções ao nível da base e do topo.



Fig.36 - Solução adoptada para consolidar a abside do *praefurnium*, utilizando argamassa de coloração cinzenta aplicada grosseiramente.



Fig. 37 - Reconstrução total de um pilar (*caldarium*)



Fig. 38 - Consolidação e reconstrução de um dos lucernários da Sala dos 3 Pilares





Fig.39– Detalhe da aplicação de uma argamassa de cimento para preenchimento de lacunas e remte de revestimento da cisterna



Fig. 40 – Murete em *opus testaceum* totalmente reconstruído na década de 50-70 (século XX).



Fig. 41 e 42 – Duas vistas da reconstrução parcial do pano exterior da abside do *caldarium*

## 7. CONCLUSÕES

### 7.1. Considerações finais

Após o estudo efectuado no âmbito das intervenções de recuperação realizadas no passado nas TRT, é possível verificar que, através do exame que, de uma forma geral, todos os três períodos de intervenção resultaram em operações eficientes na medida em que, quer as operações significativamente mais antigas (pertencentes ao período romano tardio), quer as mais recentes, operadas nos finais do século XX (anos 50 a 80) revelam um comportamento satisfatório no que diz respeito à compatibilidade dos materiais introduzidos durante a recuperação em contacto directo com a estrutura arqueológica original do século III da nossa era.

Neste sentido, as intervenções romanas, mais concretamente as argamassas aplicadas na intervenção 1 (*Fichas de Recuperação*) - argamassa hidráulica sobre pavimento de *opus tessellatum*, com a finalidade de fechar lacunas e regularizar o pavimento, revela de uma forma geral uma boa aderência, e apenas alguma (pouca) fissuração e muito poucos destacamentos.

A remodelação do revestimento da piscina do *caldarium* (sala 2), intervenção 2 (*Fichas de Recuperação*), que corresponde a uma intervenção semelhante à anterior, releva igualmente boa aderência entre o estrato mais antigo e o de recuperação, pese embora este pavimento apenas se conservar em cerca de 10% da sua área original, sendo difícil portanto realizar uma análise fidedigna com tão escassos elementos materiais.

Uma situação bastante distinta do primeiro período cronológico de recuperação é a segunda época de intervenção que decorreu nas décadas de 50-70 -

intervenções 3 e 4 (*Fichas de Recuperação*), onde foram introduzidas maioritariamente argamassas de ligante cimentício numa extensa área deste complexo termal, sendo que a mesma argamassa serviu para desempenhar variadas funções:

- a. consolidação;
- b. fecho de juntas;
- c. preenchimento de lacunas em revestimentos;
- d. remate dos rebordos em revestimentos;  
(em rebocos e em pintura mural)
- e. reconstruções de muros;
- f. capeamentos;

Como é do conhecimento actual, as argamassas contendo cimento *Portland* possuem características, quer físicas, quer químicas bastante diferentes das argamassas à base de ligante de cal, utilizadas durante a Antiguidade.

Existem vários motivos que nos levam a desaconselhar totalmente a utilização de argamassas cimentícias na recuperação do património arqueológico, nomeadamente: têm de ser utilizado imediatamente após ter sido preparada a argamassa, porque em contacto com o ar e a humidade, o cimento ganha presa rapidamente. Isto implica que em obra tem que se estar sempre a fazer a mistura, sendo difícil garantir um traço igual do princípio até ao fim dos trabalhos.

O cimento começa a ganhar presa ao fim de umas horas e atinge a máxima resistência mecânica passados pouco dias, resistência essa que vai diminuindo com o passar do tempo.

As argamassas que levam argamassa têm tendência a fissurar devido à forte retracção que se dá no momento do endurecimento.

Ao contrário do que se pensa, nunca se devem utilizar argamassas de cimento ou argamassas bastardas com traço forte em cimento, em técnicas de construção tradicionais, ou na sua recuperação, porque não oferecem um comportamento flexível aos movimentos dos outros materiais.

Os rebocos de cimento apresentam uma porosidade muito baixa e tendem a impedir a evaporação da água das superfícies em que foram aplicados. A consequência é que a alvenaria acumula humidade e os sais existentes acumulam-se muito frequentemente entre a alvenaria e o reboco (sub-eflorescências). Com o passar do tempo, este fenómeno conduz à fissuração, ao destacamento e à própria desintegração da alvenaria. Ao contrário, nos rebocos de cal, a evaporação da água faz-se normalmente - através da elevada permeabilidade ao vapor de água - o que permite minimizar o problema resultante da acção dos sais existentes.

Por último, refira-se que as argamassas de cimento, em termos estéticos, são geralmente consideradas desagradáveis à vista, obrigando à pintura ou a outro tipo de acabamento. De outro modo, a argamassa de cal oferece um resultado plástico muito agradável, com permite ainda a adição de pigmentos, obtendo-se ainda a coloração desejada (Teixeira, 1998).

Pode-se acrescentar ainda que esta análise foi realizada sem se ter tido possibilidade de acesso a uma documentação técnica que permitisse conhecer com rigor a composição desta argamassa. No entanto, a forma de aplicação o tipo de mão-de-obra (não especializado) e a não adaptação da várias formulações a cada caso específico revela falta de cuidado e ausência de sensibilidade para as questões da preservação do património e da compatibilidade dos materiais em presença. Contudo, os casos que são apresentados nestas termas, tratam de intervenções efectuadas sensivelmente, presume-se, no mesmo período cronológico, tendo hoje cerca de 57 anos de interacção com o substracto

cronológico, e apenas em alguns casos – raros e em casos muito específicos de aplicação – revelam sinais de notória incompatibilidade ou sinais visíveis de terem contribuído activamente para a deterioração da construção original. São estes os casos em que a argamassa cimentícia foi introduzida para efeitos de remate de um revestimento mural romano, aplicado sobre uma estrutura de alvenaria. Por se encontrar com extensas áreas lacunares, as faltas e os bordos foram preenchidos com esta argamassa cimentícia grosseira. Estes casos verificam-se nomeadamente:

- No *Apoditherium*: no revestimento na parede a NE
- Na condução do aqueduto que abastece a cisterna.

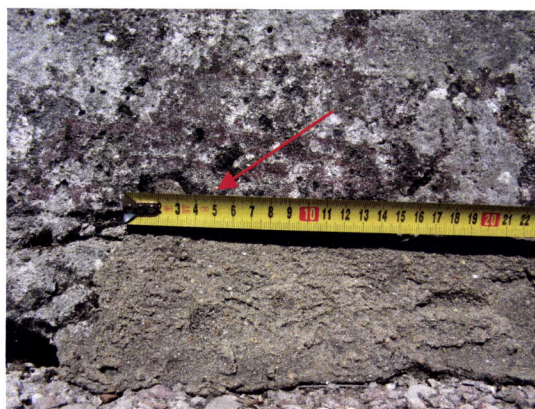
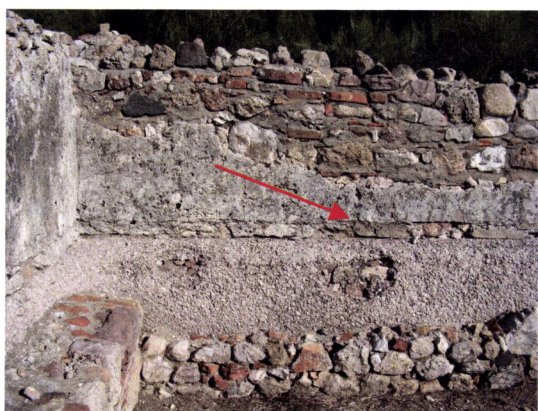


Fig.43 e 44 – Um dos exemplos de incompatibilidade: revestimento do *apoditherium* consolidado com argamassa cimentícia; observam-se destacamentos.



Fig.45 e 46 – Outro exemplo de incompatibilidade: revestimento do aqueduto consolidado com uma argamassa semelhante; observam-se destacamentos.

Neste dois casos concretos observa-se que existem sinais evidentes de incompatibilidade físico-química:

Retracção, fissuração, desprendimento da parede de suporte, extrema dureza, compacidade (baixa porosidade) e, inclusivamente em pequenos troços, parte desta argamassa de coloração cinzenta já se destacou, arrastando consigo fragmentos de reboco original (pintura mural no primeiro caso, e argamassa hidráulica (*opus signinum*) no outro).

Porém nos restantes casos de recuperação em que foi utilizada o mesmo tipo de argamassa cimentícia, não se observaram sinais de incompatibilidade muito evidentes ou efeitos nocivos provocados pela presença deste tipo de argamassa em contacto directo com as estruturas romanas (vide *Fichas de Identificação de Argamassa* referente a A9). Pode constatar-se na textura da maioria das argamassa cimentícias que estas possuem um traço “pobre” em ligante, resultando assim numa formulação não tão danosa para o substrato arqueológico).

De uma época mais tardia, as argamassa de recuperação introduzidas na década de 80 – com cerca de 27 anos de permanência *in situ* – mostram igualmente sinais de boa aderência e ausência de fissuração.

Contudo, sob o ponto de vista estético e de coerência e respeito pela técnicas originais de construção, nenhuma das intervenções analisadas respeitam estes princípios, contribuindo não apenas para a descaracterização desta construção termal como também para falsear a sua interpretação.

Por outro lado, esta sequência cronológica de intervenções - pertencentes a diferente épocas e revelando características técnicas diversas – constituem um importante documento e uma evidência material da história e da evolução tecnológica do restauro. Se bem que nenhum deles constitua uma acção exemplar nesse âmbito.

O facto desta estrutura arqueológica – complexo termal – se encontrar, ao que se pensa, escavada na totalidade, mostrando todos os seus compartimentos funcionais, permitiu realizar um estudo mais aprofundado sobre as suas características morfológicas e tecnológicas – alicerçadas em trabalhos publicados no âmbito da arqueologia.

Contudo, no que se refere ao estudo das acções de recuperação propriamente ditas, a recolha de informação foi desenvolvida da forma o mais completa possível, mas não com o rigor que inicialmente se ambicionava, pois de facto o historial do ponto de vista sequencial e cronológico é suficiente, mas ao nível técnico a informação escrita é muito escassa, e nalguns casos mesmo nula, restando apenas as evidências materiais que se preservaram” no terreno. Neste sentido, tem-se consciência que os resultados obtidos através deste conseguiram alcançar as metas pretendidas, mas ainda não da forma tão completa e rigorosa, como à partida foi desejado.

Não obstante, neste trabalho foi possível desenvolver uma caracterização, tão completa quanto possível de uma das construções romanas, que constituem a estação romana de Troia, e fazer uma análise de diagnóstico do estado de conservação mais alargada, tendo como ponto de partida o historial de intervenções, o exame detalhado do actual estado de conservação das TRT e também a compreensão dos fenómenos e causas de deterioração, fazendo o cruzamento da informação histórica do sítio e das fontes materiais, a fim de concluir e identificar as causas reais de degradação.

Foi possível fazer uma análise mais aprofundada sobre as intervenções passadas, sintetizando a informação recolhida em Fichas específicas para esse efeito, entrando em mais detalhe sobre as argamassas utilizadas – alvo do estudo neste trabalho –, realizando uma apreciação qualitativa sobre o comportamento destas com o substracto arqueológico e a sua maior ou menor adequabilidade para o efeito a que foram aplicadas em cada uma das situações.

As apreciações realizadas neste âmbito tiveram como base a informação histórica, e a análise visual auxiliada pela OM. Pode-se concluir que existiram três momentos distintos em que foram efectuadas acções de recuperação nas TRT. Uma, mais antiga, ainda durante a fase de ocupação romana, e de acordo com as observações, terá sido realizadas ao fim de algum tempo de utilização dos banhos públicos, onde este revelariam certamente sinais de desgaste, tendo o intuito de os dotar novamente de condições (estritamente funcionais) para retomar a sua actividade. Esta primeira recuperação caracteriza-se por utilizar as técnicas de construção (revestimento) conhecidas na época, e sem que tenha existido alguma preocupação estética.

As duas recuperações posteriores possuem outro carácter, são assumidamente de recuperação, e foram executadas após as campanhas de escavação arqueológica e o seu estudo (do Século XIX em diante). Estas podem ser divididas em dois grupos: as efectuadas na primeira campanha de trabalhos após a escavação, onde se fez recurso a argamassa cimentícias e onde, quer a mão-de-obra, quer a fiscalização não foi especializada na área da recuperação; e as mais tardias, onde foram utilizadas argamassa de cal aérea e onde os técnicos de execução já possuíam formação na área do restauro.

Muitos são os exemplos de acções e recuperação – quer pontuais, quer em larga escala – realizados na 2ª metade do século XX em várias monumentos arqueológicos no nosso país, e cuja formação da mão-de-bra e coordenação dos



trabalhos não era especializada. À luz dos conceitos e da ética internacional, não se poderão considerar aceitáveis pela comunidade internacional. Não obstante - e apesar de muitos destes casos contribuírem para a descaracterização do monumento, induzirem leituras incorrectas quanto à sua interpretação, e inclusivamente contribuírem activamente para a sua degradação – constituem, noutra perspectiva um importante testemunho histórico da evolução das técnicas de recuperação que, sobretudo ao longo do século XX, sofreram uma evolução bastante significativa.

Na segunda fase de intervenção, iniciada na década de 80 (do século XX) e até à actualidade, assistiu-se a um rápido progresso na forma de abordagem e nas metodologias de trabalho na área da conservação e restauro: com o advento dos primeiros cursos ministrados no MMC. A formação dos primeiros técnicos especializados na recuperação de estruturas e artefactos arqueológicos permitiu que estas operações começassem a ser planeadas e documentadas, e que as técnicas e os materiais empregues fossem escolhidos criteriosamente tendo em conta a sua compatibilidade e reversibilidade, marcando assim uma atitude deveras diferente da anterior, dando-se uma viragem fundamental nesta área profissional, acarretando proveitos muito positivos para a questão da preservação do património arqueológico do nosso país.

## 7.2. Proposta de desenvolvimentos futuros

Espera-se que este trabalho seja o início de uma compilação de informação, ao nível do estudo dos materiais contrutivos, das patologias e das intervenções anteriores das TRT, e que possa constituir um contributo válido para as futuras intervenções de recuperação a realizar sobre este monumento, embora se reconheça que muito existe ainda por aprofundar neste campo.

Este aspecto foi iniciado, encontrando-se perspectivado a persecução destes estudos técnico-científicos em futuros trabalhos de investigação num futuro próximo, assim que se encontrem asseguradas as condições técnicas e acordos de colaboração para esse efeito. Assim, com o auxílio destes meios, seja possível suprir a falta de documentação técnica relativa aos restauros antigos, e se consiga obter informações mais precisas relativamente à composição das argamassa utilizadas em intervenções passadas.

De acordo com as conclusões atingidas neste trabalho, e muito concretamente no que diz respeito ao comportamento da intervenções de recuperação realizadas nas décadas de 50-80 utilizando argamassas cinzentas muito rígidas, interessa compreender este fenómeno de uma forma mais aprofundada – recorrendo a métodos laboratoriais – a fim de compreender este fenómeno. O entendimento desta situação revelar-se-ia um instrumento de trabalho muito útil visto que esta situação se repete em muitos monumentos da época romana no nosso país.

No que se refere à preservação e conservação das ruínas de Troia, resta-nos esperar que os protocolos assinadas entre as entidades que tutelam o património edificado e os proprietários tenham os resultados desejados.



## **BIBLIOGRAFIA**

## 8. BIBLIOGRAFIA

- AAVV** (1981) – *Symposium ‘Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings*. Rome. ICCROM.
- AAVV** (1998)- *Site Effects : The impact of location on conservation treatments*. Pre-prints of the Conference held at West Park Centre, Edinburgh University of Dundee, Scottish Society for Conservation & Restoration .
- AAVV** (2004) - *Caracterização química, mineralógica e microestrutural de argamassas da Estação Arqueológica de Troia*. Relatório LNEC 35/04-N-NHM-DM.
- AAVV** (1998) - *Caracterização de argamassas romanas: o caso de S.Cucufate, Mértola e Troia*. Relatório LNEC 28/05 –NMH-DM.
- ABRAÇOS, M. de F. (1999)** - *História da Conservação e restauro do mosaico romano. Subsídios para o conhecimento do estado de conservação dos mosaicos do Sul de Portugal*. Dissertação de Mestrado de História de Arte, Património e Restauro apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Vol.I.
- ADAM, J.P.** (1989) – *La Construction Romaine*. Grands Manuels, Picard (ed.)
- AIRES-BARROS, L.** (1991) - *Alteração e alterabilidade de rochas*. Instituto Nacional de Investigação Científica. Centro de Petrologia e Geoquímica da Universidade Técnica de Lisboa. Casa da Moeda .1991
- AGUIAR, J.**(1997) - *Salvaguarda dos antigos acabamentos exteriores em intervenções de conservação e reabilitação em centros históricos*. Regionalização e identidades locais. Preservação e Reabilitação dos Centros Históricos. Lisboa. Edições Cosmos.
- ALARCÃO, J.** (1994) - *Roman Portugal* .Vol.II, Fasc. 2. Coimbra.
- ALLEN, G. et al.** (2003) *Hydraulic lime mortar for Stone, Brick and Block Masonry*. Limes. Donhead Publishing. Shaftesbury.UK.
- ALMEIDA, F. et al** (1978) - Um tipo raro de sepultura romana. *Actas das III Jornadas Arqueológicas*. Lisboa.321-335.
- ALMEIDA, F.** (1978) - Piazza Armerina e Tróia, aspectos de protecção das Ruínas. *Actas das III Jornadas Arqueológicas*. Lisboa. 311-319.
- ANDERSON, J.M. et al** (1994) - *Portugal 1001 sights. An archaeological and Historical Guide*. University of Calgary Press. London Hale.

- APOLLINÁRIO, M.** (1897) - Estudos sobre Tróia de Setúbal, 1. Piscinas. 2. Columbarium. 3. Thermas de Tróia. *O Archeólogo Português* 3. Lisboa. 157-160.
- ARNOLD, A.** (1981) - *Nature and reactions of saline in walls*. Institut pour la Conservation des Monuments et des Sites. *Proceedings of the International Symposium The Conservation of Stone*. Part. A. R.Rossi-Manaresi (eds.). Bologna.
- ARNOLD, A.** (1985) - *Crystalization and habits of salt efflorescence on walls II. Condition of Crystalization*. Proceedings of V<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Vol.I. Lausanne. 269-271.
- ARTUR, M. L. C.** (1952) - *A romanização no distrito de Setúbal*. Dissertação dactilografada de Licenciatura. Faculdade de Letras de Lisboa. Lisboa.
- ASCASO, C. et al** (2002) - *In situ evaluation of the biodeteriorating action of microorganisms and the effects on carbonate rock of the Jerónimos Monastery (Lisbon)*. International Biodeterioration & Biodegradation. 49. 1-2 Elsevier. Netherland.
- AZEVEDO, P. A.** (1898) - Estudos sobre Troia de Setúbal. 7. A Tróia. *O Archeólogo Português* 4 .18-45.
- BACCARO, M.L.P. et al.** (2000) - *The effects of the strong use of cements in restoration: The case of Braga Duomo (Northern Tuscany)*. 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone.Venice. Elsevier. 3-11.
- BALTAZAR, L. F.** (1983) - Indústrias romanas de salga em Portugal. *Al-Almadan*. Almada 1,12-14.
- BANDEIRA FERREIRA F. et al** (1958) - Leite de Vasconcelos e a Troia de Setúbal. *Arqueologia e História*, Lisboa, 1958-62.175-184.
- BANKART, G.** (2002) - *The Art of the Plasterer*. Donhead-Publyshing, Shaftesbury.
- BARATA, M. F.** Conservação, Salvaguarda e Valorização dos Sítios Arqueológicos – uma reflexão. *Actas das IV Jornadas Arqueológicas*, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa.61-67.
- BITELLI, L. M.** (2002) - *Arqueologia. restauración y Conservación. Arte y Restauración. La conservación y la restauración hoy*. NEREA. Nardine editore. Itália.
- BORRELLI, E.** (1999) - *Binders*. ARC Laboratory Handbook. Conservation of Architectural Heritage. Historic Structures and Materials. Vol.4, ICCROM, Roma.
- CASAL, M.G.D.** (2002)- *Conservação de Pintura Mural.Estudo e consolidação de argamassa de cal aérea e areia com falta de coesão*. Laboratório Nacioal de Engenharia Civil, Lisboa
- CARVALHO, J. C. A.** (1896) - *A Sociedade Archeológica Lusitana. As antiguidades extrahidas das ruínas de Tróia e onde é que se acham depositadas*, Lisboa.

- CASTELO-BRANCO, F.** (1963) - Aspectos e problemas arqueológicos de Troia de Setúbal. *Ocidente*, Lisboa. 21-30, 79-96, 123-138, 157-168, 205-228 e 277-296.
- CORREIA, V.** (1928) - Arte visigótica. *História de Portugal*. I. Barcelos. 365-388.
- COSTA, A. I. M.** (1929) - Estudos sobre algumas estações da época luso-romana nos arredores de Setúbal. *O Arqueólogo Português*. 27, 165-181.
- COSTA, A. I. M.** (1934) - Estudos sobre algumas estações da época luso-romana nos arredores de Setúbal. *O Arqueólogo Português*. 29, 2-31.
- COSTA, A. I. MARQUES** (1898) - Estudos sobre Tróia de Setúbal. 8. Edificações de Tróia. *O Archeólogo Português*. 4, 344-351.
- COWPER, A.D.** (1997) - *Lime and Lime mortars*. Donhead Publishing. Shaftesbury.
- CUSTÓDIO, J. A** (1993) - *Salvaguarda do Património – Antecedentes Históricos. De Alexandre Herculano à Carta de Veneza (1837-1964)*. Dar Futuro a passado. Lisboa, 35 -71.
- DARVILL, T. et al.** (1995) - *The Monuments at risk Survey : an Introduction. Conservation and Management of Archaeological sites*. Volume 1, 59-62.
- DIOGO, A. M. D. et al** (1995) - Elementos para o estudo de Troia, Setúbal. *Almadan*. 2. Almada, 23-25.
- DRAYMAN-WEISSER, T. et al** (1996) - *Archaeological Conservation and its consequences*. Preprints of the Contributions to the Copenhagen Congress, 26-30 August. IIC. London.
- ECO, U.** (1977) - *Como se faz uma Tese em ciências humanas*. Editorial Presença.
- ÉTIENNE, R. et al** (1994) - *Un grand complexe industriel a Troia (Portugal)*. De Boccard. Paris.
- FEILDEN, B.M. et al** (1998) - Management Guidelines for World Heritage sites. ICCROM Rome.
- FEILDEN, B.M.** (1982) - *The Principles of Conservation*. Conservation of Historic Buildings and Monuments. Academy Press. Washington, d.c., 22-30.
- FERONE, C. et al** (2000) - *Preliminary study on the set up of mortars displaying biocidal activity*. 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Venice. Elsevier, 371-378.
- HALE, J. et al** (2003) – *Dating Ancient Mortars*. American Scientist, Vol 91.
- HENRIQUES, F. A.** (1991) - *Conservação do Parimónio Histórico Edificado*. Memória N°775. LNEC, Lisboa.

**HENRIQUES, F. A.** (2003) - Conservação do património : Teoria e Prática. 3º ENCORE. LNEC, Lisboa.

**HENRIQUES, F. A.** (2000) - *Conservação em Portugal : Balanço e Perspectivas*. Monumentos-Revista da Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, nº12.

**HENRIQUES, F. A. et al** (2000) - *Fundamentos Teóricos da Intervenção na Torre de Belém*. "Torre de Belém.Intervenção de Conservação exterior,Lisboa. IPPAR.

**JORGE, V. O.** (1992) - *Princípios de Salvaguarda do Património Monumental*. Correio da Natureza, 17, 56-58.

**JOKHILETO, J.** (1998) - Conservation Principles and Their Theoretical Background. Durability of building materials. 5. 267-277.

**JOKILEHTO, J.** (2001) - *A History of Architectural Conservation*. Journal of the American Institute for Conservation, vol.40. nº2.

**JUNQUEIRO, A. C. A.** (1903) - Estudos sobre Tróia de Setúbal. Cerâmica romana. *O Archeólogo Português*, 7, 176-179.

**LAMBROPOULOS, V.N. et al** (2000) - *A Comparative Study of mortars containing Barium Hydroxide (Ba(OH)<sub>2</sub>)*. Application on monuments conservation. 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone.Venice. Elsevier, 351-359.

**LUCAS, J.A.C.** (1990) - *Classificação e descrição geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou de betão*. Relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

**MACIEL, M. J.** (1996) - *Antiguidade Tardia e Paleocristianismo em Portugal*, Ed. Lisboa.

**MACHADO, J. T. M.** (1962) - Como surgiu em Portugal a primeira Sociedade de Arqueologia. *Arqueologia e História*. Lisboa. 9, 117-145.

**MACHADO, C. et al** (2003) - Controlo de infestantes em monumentos arqueológicos. A Estação Arqueológica de Tróia. *Património Estudos*. 4, 192 a 205.

**MARTA, R.** (1990) - *Architettura Romana. Technique costruttive e forme architettoniche del mondo romano*. Edizione Kappa.Roma.

**MATTEINI, M. et al** (2001) - *Ciência y restauración*. NEREA. Junta de Andalucia. Consejería de Cultura .IAPH.

**MONTEIRO, A. M. et al** (2004) - The Roman Site of Troia, Portugal. History, degradation problems and conservation issues (IPPAR/LNEC). *3rd International Conference on Science and Technology in Conservation of Cultural Heritage*. Petra.



**MONTEIRO, A. M. et al** (2003 a) Estação Arqueológica de Tróia. Plano de valorização. *Património-Estudos* 4, 187 a 191.

**MONTEIRO, A. M.** (2003 b) Para um melhor entendimento sobre a alteração das estruturas: como actuar? In: *Conservar em Arqueologia*. APA. Associação Profissional de Arqueólogos, Lisboa, 29-43.

**MONTEIRO, A. M. et al** (2006) – *Troia Roman Bath (Portugal) – Assessment of History Interventions*. International Seminar: Theory and Practice in Conservation: A Tribute to Cesare Brandi. LNEC. Lisboa.

**NAVARRO, A. G. M.** (1999) - *La Restauración Objectiva*. Método SCCM restauración monumental).Memoria SPAL. 2 vols. Deputación de Barcelona, Barcelona.

**OVIEDO, T. et al** (1998) - *Pavimento en “opus signinum” del Tossal de Manises (Alicante)*. Congreso de Conservación Y Restauración de Bienes Culturales. Alicante. 311-321.

**PASLEY, C.W.** (1997) - *Observation on limes*. Donhead Publishing. Shaftesbury.

**PATRÍCIO, T.C.** (2004) - *The restoration of the stone structure of the fountain house of Salagassos, Turkey*. 6th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin. Lisbon. Portugal, 74-80.

**PATRÍCIO, T.C.** (2004) - *Preliminary studies for the restoration project of the roman theater of Jebleh in Syria*. 6th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin. Lisbon, Portugal, 607-612.

**PRICE, S.N.P.** (1995) - *Conservation on Archaeological excavations. With particular reference to the Mediterranean area*. ICCROM, Rome.

**PUERTAS, F.** (2000) - *A new white cement resistant to sea-water, development a white repairing mortar*. 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Venice. Elsevier, 435-441.

**RATO, V.M.** (2002) - *Conservação do Património Histórico Edificado Princípios de Intervenção*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

**RIBEIRO, V.** (1910) - *Influência da tradição monumental e local no desenvolvimento do “turismo” no país*. Memória apresentada pela real Associação dos Archeologos Portuguezes. Grande Congresso Nacional. Casa da Moeda, Lisboa.

**RODRIGUES, P. FARIA** (2003) - *Current mortars in Conservation : an overview*. 6<sup>th</sup> International Conference on Materials Science and Restoration, Karlsruhe.

**RUA, M. H.** (1998) - *Vitrúvio. Os Dez Livros de arquitectura*. Fundação para a Ciência e Tecnologia e a GECorpa, Lisboa.

**SANCHÈZ, F.J.A.** (2002) - *Historia, Caracterización y Restauracion de Morteros*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Instituto Universitário de Ciencias de la Conservacion.

**SELWITZ, C.** (1992) - *Epoxy Resins in Stone Conservation. Research in Conservation*. The Getty Conservation Institute, Vol.7.

**SOARES, J.** (1980) - Estação romana de Tróia. Setúbal.

**SORIANO, J.A. et al** (1998) - *Conservación y restauración de três fragmentos del Apoditerium de un mosaico romano*. Congreso de Conservación Y Restauración de Bienes Culturales. Alicante. 207-210.

**SILVA, C. T. et al** (1966) - O problema da destruição da povoação romana de Tróia de Setúbal. *Revista de Guimarães*, Guimarães. 76, 147-156.

**SILVA, A. S.** (2002) - *Caracterização de argamassas dos revestimentos das "sepulturas romanas em opus signinum" da Estação Arqueológica de Tróia (necrópole romana tardia)*. Estudo Preliminar. Nota Técnica 23/2002 – DMC. LNEC 2002.

**SILVA, A. S.** (2004) - *Caracterização Química, Mineralógica e Microestrutural de argamassas da Estação Romana de Tróia*. Relatório 35/04 – N.M. LNEC.

**SILVA, A. S. et al** (2006) – *Characterization of roman mortars from Archaeological site of Troia (Portugal)*. Materials Science Forum. Vol.514-16 (2) pp.1643-1647.

**TEUTONICO, J.M.** (2002) - *Management Planning for Archaeological Sites*. Proceedings of the International workshop organized by the Getty Conservation institute and Loyolla Marymount University, The Getty Conservation Institution ed. Los Angeles..

**VASCONCELLOS, J. L.** (1898) - Escavações reais em Troia. *O Archeólogo Português*. 3, 265.

**VEIGA, M. do R. et al** (2001) - *Methodologies for characterisation and repair of mortars of ancient buildings*. *Historial Constructions* P.B. Lourenço, P.Roca Eds. Guimarães.

**VEIGA, M. do R. et al** (2002) - *Uso de pozzolanas como adições em argmassa de cal para reabilitação de edifícios antigos*. Relatório do LNEC. Lisboa.

**VEIGA, M. do R.** (2004) - *Conservação e Renovação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos*. LNEC. Lisboa.

**VELOSA A.L. et al**. *Characterization of roman mortars from Conímbriga with respect to their repair*. 10th EuroSeminar on Microscopy applied to Building Materials. Paisley. 2005.

**VICAT, L. J.** (2003) - *Mortars and Cements*. Donhead Publishing. Shaftesbury.

**VIEGAS, C. et al** (1993) – *Dicionário dos Motivos Geométricos no Mosaico Romano, Conímbriga*

## **ANEXOS**

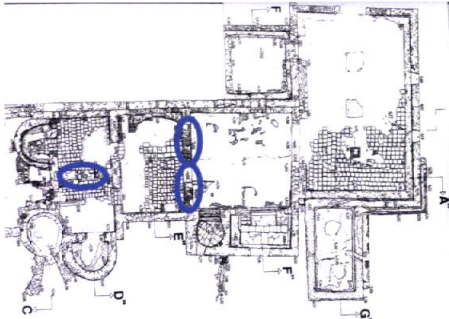

## **ANEXO I**

### **FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

# FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS

Nº

1

<p><b>Identificação da amostra</b> Argamassa de assentamento</p>	<p>Código de Identificação <b>A 2</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	
<p><b>Função:</b> Argamassa de assentamento de alvenaria</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b> Muros em <i>opus incertum</i> constituídos por pedra de origem variada (calcários, arenitos, Brechas da Arrábida) e tijolo e muros em <i>opus testaceum</i>.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 10 a 15 cm entre cada zona de contacto com os elementos contrutivos. <b>Sobreposição de estratos:</b> ----</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b> Não apresenta</p>
<p><b>Características físicas</b> (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b> Branco amarelado com nódulos brancos dispersos de dimensão variada. Textura heterogénea.</p>	<p><b>Dureza:</b> Argamassa coesa, mas não muito dura.</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b> Compacta e ligeiramente porosa</p>	<p><b>Ligante:</b> Matriz de cor branca Cal áerea</p>
<p><b>Agregado(s):</b> <b>Coloração :</b> incolor e castanho amarelado/alaranjado. <b>Granulometria :</b> 0,5mm – 1,5 mm</p>	<p><b>Forma :</b> arredondada <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa (local)</p>

**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

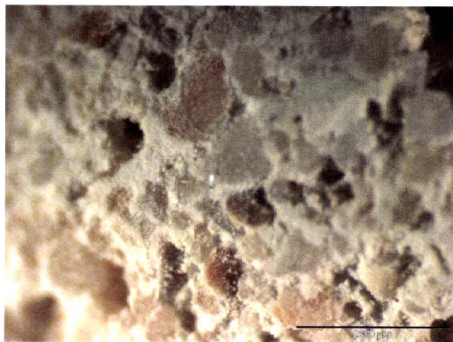
**Diagnóstico**

**Estado da superfície:  
Patologias de natureza:**

1.Física	2.Química	3. Biológica
a1.Deposições  b.1 Fissuração  c.1Lacunas  d.1 Destacamentos <b>X</b> (em nódulos de 2 a 4 cm) e.1. Perda de coesão: apenas nas zonas mais expostas	a. 2 Alteração cromática  b.2.Sais  c.2.Produtos de alteração  d.2. Outros	a.3 Patine <b>X</b>  b.3 Colonização biológica líquens e musgos c.3 Outros

**Características físicas**

**Exame – microsocopia óptica : lupa Binocular (20x)**



A amostra A2 apresenta uma cor clara, embora se distingam facilmente dispersos na argamassa, grãos de areia de forma arredondada (transparentes ou amarelo-alaranjado), que foram incorporados como agregado. Apresenta uma pasta de cal pouco coesa e muitos nódulos de cal de forma arredondada e de dimensões muito variadas, dispersos em toda a argamassa:

- cal mal extinta ou
  - adicionada para conferir maior dureza em situação de pouco contacto com a atmosfera?
- Observam-se também poros esféricos .

**Observações:**

A hidratação da cal viva é um processo aparentemente simples, mas deve realizar-se com especial cuidado para que toda a cal fique totalmente extinta. No entanto, como se detectam nódulos de cal viva em muitas argamassas antigas, especialmente em aplicações em profundidade, pode colocar-se a hipótese de alguma dessas argamassas poderem incorporar especificamente algum teor em cal viva a fim da presa ser acelerada em situações de pouco contacto com o dióxido de carbono da atmosfera.

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

2

<p><b>Identificação da amostra</b> Revestimento - preparação</p>	<p>Código de Identificação <b>A 4</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b> Estrato preparatório do reboco da antiga cetária (betão)</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b> Alvenaria – <i>opus incertum</i> – de uma antiga cetária pertencente à fábrica contígua.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 2,5-3 cm <b>Sobreposição de estratos:</b> 1º estrato aplicado sobre as paredes de alvenaria do tanque de salga.</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>  Não apresenta</p>
<p><b>Características físicas</b> (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b> Clara : branca acinzentado. Muito heterogénea e grosseira.</p>	<p><b>Dureza:</b> Muito coesa e de dureza elevada.</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b> Muito compacta e não porosa.</p>	<p><b>Ligante:</b> Cal áerea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>  Coloração : branco acinzentado. Granulometria : 0,2 – 2 cm</p>	<p><b>Forma :</b> irregular e angulosa  <b>Origem/natureza :</b> fragmentos grosseiros de rocha carbonatada</p>

## FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -

### Diagnóstico

#### Estado da superfície: Patologias de natureza:

1.Física	2.Química	3. Biológica
a1.Deposições <b>X</b> <i>terra</i> b.1 Fissuração c.1 Lacunas <b>X</b> d.1 Destacamentos <b>X</b> <i>(maioritariamente nos bordos)</i> e.1. Perda de coesão:	a. 2 Alteração cromática b.2.Sais c.2.Produtos de alteração d.2. Outros	a.3 Patine <i>biológica</i> b.3 Colonização biológica <i>algas e líquens</i> c.3 Outros

#### Características físicas

Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)



A amostra A4 é um betão, devido à granulometria dos seus agregados (>4mm).

Apresenta uma "matriz" de cor clara - à base de cal aérea e agregados de diferentes dimensões: fragmentos com forma angulosa (de calcário) e areia siliciosa.

Observações:



**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

3

<p><b>Identificação da amostra</b> Revestimento das duas <i>alveii</i></p>	<p>Código de Identificação <b>A 5.1</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b> Revestimento impermeabilizante</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b> Paredes e fundo dos dois tanque – reservatório de água – em <i>opus incertum</i>.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 2,5 cm a 3 cm <b>Sobreposição de estratos:</b> 2 estratos de textura muito grosseira que se sobrepõem.</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b> O primeiro estrato apresenta incisões superficiais - “riscado” por um instrumento semelhante a uma vassoura – para facilitar a adesão do 2º estrato.</p>
<p><b>Características físicas</b> (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b> Rosa claro Heterogénea</p>	<p><b>Dureza:</b> Argamassa muito dura</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b> Compacta e muito pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b> Cal aérea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>  Coloração : vermelho escuro Granulometria : 0,5cm – 1,5 cm</p>	<p><b>Forma :</b> irregular e angulosa  <b>Origem/natureza :</b> tijolo (fragmentos)</p>

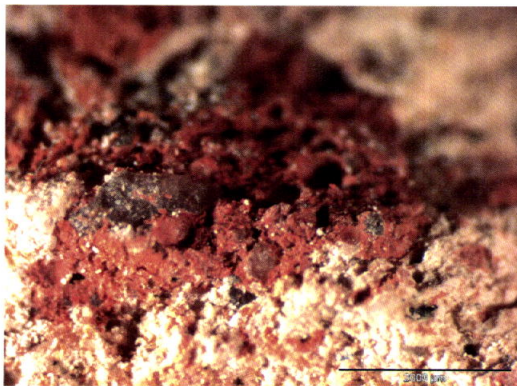
**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

**Diagnóstico**

**Estado da superfície:**  
**Patologias de natureza:**

1.Física	2.Química	3. Biológica
a1.Deposições <b>X</b>	a. 2 Alteração cromática	a.3 Patine : cinzenta
b.1 Fissuração <b>X</b>	b.2.Sais	b.3 Colonização biológica
c.1Lacunas <b>X</b>	c.2.Produtos de alteração	líquens e musgo
d.1 Destacamentos <b>X</b>	d.2. Outros	c.3 Outros
e.1. Perda de coesão:		Plantas superiores

**Características físicas**  
**Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)**



Microfotografia\_\_\_\_\_

A amostra A5.1 revela uma tonalidade rosada e é bastante coesa. Apresenta uma textura muito heterogênea. Na sua microestrutura distinguem-se facilmente fragmentos angulosos de tijolo (1mm-4mm) apresentando uma ligação muito forte com a matriz da argamassa. Como agregado foi utilizada também areia siliciosa, mas apenas ao nível vestigial. A “pasta” que agrega esta argamassa apresenta fragmentos muito pequenos (<1mm) e fino pó de cerâmica moída.

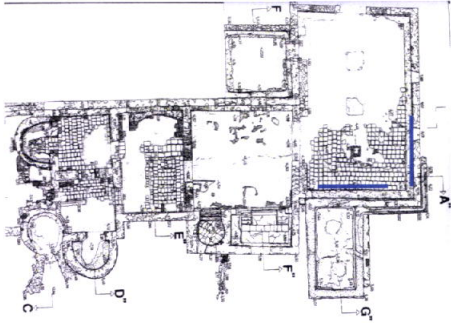
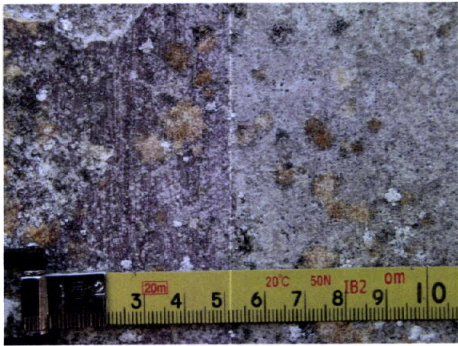
**Observações:**

Argamassa de cal e pó de tijolo composto por finas partículas, constituindo uma textura fina e de coloração alaranjada. Fragmentos de tijolo de forma e dimensão irregular fazem também parte da composição.

# FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS

Nº

4

<p><b>Identificação da amostra</b> <b>Pintura mural</b></p>	<p>Código de Identificação <b>A 5</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b> Revestimento parietal decorativo.</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b> Paredes Sudeste e Sudoeste da Sala dos 3 pilares <i>opus incertum</i>.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> <b>arricio 0.6 cm e intonaco 0.2 cm</b> <b>Sobreposição de estratos:</b> 2º estrato que se sobrepõe ao 1º estrato regularizador da superfície murária (<i>arricio</i>) + intonaco</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>  Não apresenta</p>
<p><b>Características físicas</b> (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b> Branco acinzentado (colonização biológica?) Textura fina (superfície muito lisa e regular)</p>	<p><b>Dureza:</b> Bastante coesa</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b> Compacta e pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b> Cal áerea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b> (não foi recolhida amostra)  Coloração : Granulometria :</p>	<p><b>Forma :</b> grãos arredondados.  <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa?</p>

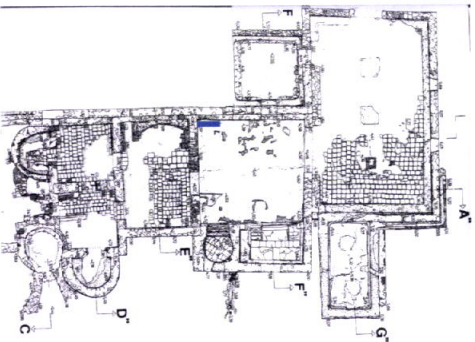
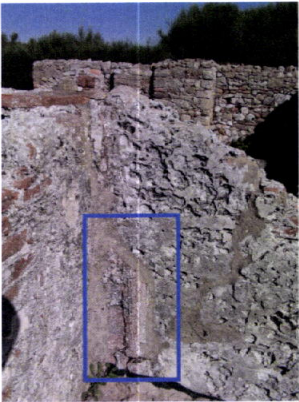
**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície:</b> <b>Patologias de natureza:</b>		
<p align="center"><b>1.Física</b></p> <p>a1.Deposições <b>X</b></p> <p>b.1 Fissuração <b>X</b></p> <p>c.1Lacunas <b>X X</b></p> <p>d.1 Destacamentos</p> <p>e.1. Perda de coesão: em zonas pontuais</p>	<p align="center"><b>2.Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática <b>X</b></p> <p>b.2.Sais</p> <p>c.2.Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p align="center"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine biológica</p> <p>b.3 Colonização biológica fungos, líquenes e musgos</p> <p>c.3 Outros</p>
<b>Características físicas</b> <b>Exame – microsocopia óptica : lupa Binocular (20x)</b>		
		<p>A amostra A5 revela ser composta por dois estratos : O <i>arricio</i> - uma argamassa de cal e areia siliciosa mais grosseira, e o <i>intonaco</i> - apresentando uma textura fina, sobre o qual foi aplicada a pintura. Embora se encontre muito contaminada com colonização biológica, apresenta uma cor clara de fundo, revelando ainda vestígios de pintura de coloração vermelho escuro.</p>
<b>Observações:</b>		


**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

5

<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Revestimento parietal</b>                  (fase I de intervenção)</p>	<p>Código de Identificação <b>A 5.2</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b>                  Reboco de características hidráulicas aplicado para reparação da parede, visto que se trata apenas de um troço de revestimento outrora revestido a pintura mural.</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>                  Parede Noroeste do <i>frigidarium</i> em <i>opus incertum</i>.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 1,5 - 2 cm  <b>Sobreposição de estratos:</b> -----</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>                  Não apresenta</p>
<p style="text-align: center;"><b>Características físicas</b>                  (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>                  Rosa claro                  heterogénea</p>	<p><b>Dureza:</b>                  Argamassa muito dura</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>                  Compacta e muito pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b>                  Cal áerea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>                  Coloração : vermelhos escuro                  Granulometria : 0,5mm – 1mm</p>	<p><b>Forma :</b> irregular e angulosa  <b>Origem/natureza :</b> tijolo (fragmentos)</p>

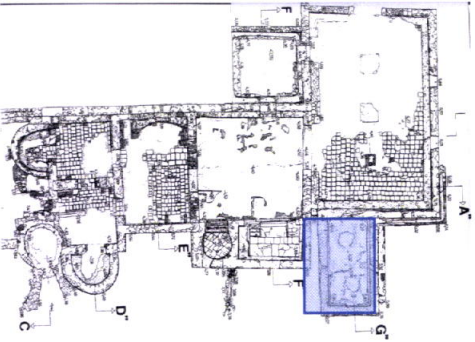

**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície: Patologias de natureza:</b>		
<p align="center"><b>1.Física</b></p> <p>a1.Deposições <b>X</b></p> <p>b.1 Fissuração <b>X</b></p> <p>c.1Lacunas <b>X</b></p> <p>d.1 Destacamentos <b>X</b></p> <p>e.1. Perda de coesão:</p>	<p align="center"><b>2.Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática</p> <p>b.2.Sais</p> <p>c.2.Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p align="center"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine : acinzentada</p> <p>b.3 Colonização biológica líquens</p> <p>c.3 Outros</p>
<b>Características físicas</b> Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)		
		<p>A amostra A5.2 a apresenta uma coloração rosada e é bastante coesa. Apresenta textura grosseira e heterogénea. Na sua microestrutura distinguem-se facilmente fragmentos angulosos de tijolo de dimensão variada. Aparenta ser uma argamassa muito compacta e com pouca porosidade. Como agregado foi utilizada também a areia siliciosa, mas apenas ao nível vestigial. A “pasta” que agrega esta argamassa apresenta fragmentos muito pequenos (&lt;1mm) e fino pó de cerâmica moída.</p>
<b>Observações:</b>		
Argamassa de cal e pó de tijolo composta por finas partículas, constituindo uma textura fina e de coloração alaranjada. Fragmentos de tijolo de forma e dimensão irregular fazem também parte da composição.		

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

6

<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Revestimento impermeabilizante</b></p>	<p>Código de Identificação <b>A 5.3</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b>_____</p>
<p><b>Função:</b>          Revestimento impermeabilizante</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>          Paredes e fundo da cisterna– reservatório de água – em <i>opus incertum</i> .</p>
<p style="text-align: center;"><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 2,5 cm a 6 cm (na meia-cana)  <b>Sobreposição de estratos:</b>          2 estratos que se sobrepõe: um mais grosseiro (preparatório) e outro mais fino (de acabamento)</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>           Não apresenta</p>
<p style="text-align: center;"><b>Características físicas</b>          (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>          Rosa claro          heterogénea</p>	<p><b>Dureza:</b></p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>          Compacta muito pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b>          Cal aérea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>   <b>Coloração :</b> vermelhos escuro  <b>Granulometria :</b> 0,5mm – 1mm</p>	<p><b>Forma :</b> irregular e angulosa   <b>Origem/natureza :</b> tijolo (fragmentos)</p>

**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

**Diagnóstico**

**Estado da superfície:**  
**Patologias de natureza:**

1.Física	2.Química	3. Biológica
a1.Deposições <b>X</b> b.1 Fissuração <b>X</b> c.1Lacunas d.1 Destacamentos <b>X</b> e.1. Perda de coesão:	a. 2 Alteração cromática b.2.Sais c.2.Produtos de alteração d.2. Outros	a.3 Patine : cinzenta clara b.3 Colonização biológica Líquens e musgo c.3 Outros Plantas superiores

**Características físicas**  
**Exame – microsocopia óptica : lupa Binocular (20x)**



A amostra A5.3 a apresenta uma matriz rosa muito compacta. A textura é mais fina e heterogénea. Na sua microestrutura distinguem-se facilmente fragmentos angulosos de tijolo de dimensão variada e pequenos nódulos brancos de cal. Como agregado foi utilizada também a areia siliciosa, mas apenas ao nível vestigial. A “pasta” que agrega esta argamassa apresenta fragmentos muito pequenos (<1mm) e fino pó de cerâmica moída. Observam-se alguns poros de forma alongada.

**Observações:**

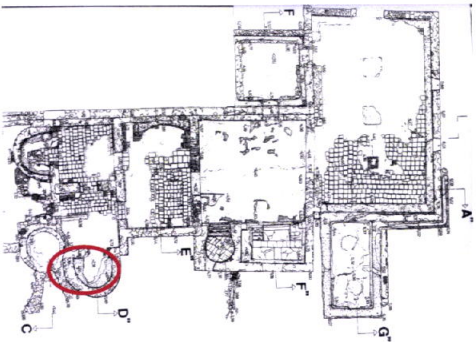

Argamassa de cal e pó de tijolo composta por finas partículas, constituindo uma textura fina e de coloração alaranjada. Fragmentos de tijolo de forma e dimensão irregular fazem também parte da composição.



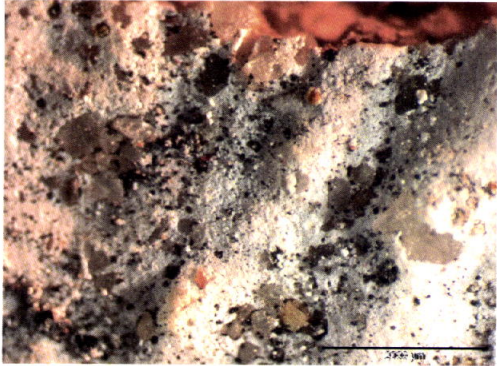
**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

7

<p><b>Identificação da amostra</b> <b>Revestimento exterior</b></p>	<p>Código de Identificação <b>A 6</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b></p>
<p><b>Função:</b> Revestimento exterior da construção</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b> Paramentos exteriores de alvenaria (<i>opus incertum</i>) da abside do <i>Caldarium</i>.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura</b> 1,1 cm <b>Sobreposição de estratos:</b> 2 estratos : primeira camada de preparação + grosseira (1cm) + barramento mais fino (1mm)</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b> Apresenta à superfície marcas de um instrumento que “riscou”, criando 3 estrias/sulcos.</p>
<p><b>Características físicas</b> (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b> Branco leitoso Superfície muito fina e lisa</p>	<p><b>Dureza:</b> Reboco muito duro e fortemente aderido à parede</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b> Compacta e pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b> Matriz muito clara Cal áerea</p>
<p><b>Agregado(s):</b>  <b>Coloração :</b> incolores, amarelados, negros (raros) <b>Granulometria :</b></p>	<p><b>Forma :</b> rolados  <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa</p>

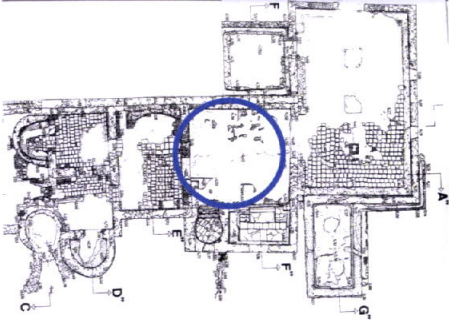

## FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície:</b> <b>Patologias de natureza:</b>		
<p style="text-align: center;"><b>1.Física</b></p> <p>a1.Deposições <b>X</b></p> <p>b.1 Fissuração <b>X</b></p> <p>c.1Lacunas <b>X</b></p> <p>d.1 Destacamentos</p> <p>e.1. Perda de coesão:</p>	<p style="text-align: center;"><b>2.Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática <b>X</b></p> <p>b.2.Sais</p> <p>c.2.Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p style="text-align: center;"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine biológica</p> <p>b.3 Colonização biológica Líquens</p> <p>c.3 Outros</p>
<b>Características físicas</b> <b>Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)</b>		
 <p style="margin-top: 5px;">Microfotografi</p>	<p>A amostra A6 apresenta uma cor muito clara (branco leitoso) e uma textura muito fina e sedosa: semelhante a um barramento de acabamento. Revela alguns nódulos de cal dispersos, de diversos tamanhos (1 x 0,5 cm e outros mais pequenos 3 x 4mm)</p> <p>A sua textura revela-se herterogénea, pois a distribuição dos agregados é muito irregular. Será certamente uma argamassa muito rica em ligante (por isso será tão coesa e lisa à superfície).</p>	
<b>Observações:</b>		
<p>A alteração cromática deste revestimento, de branco para cinzento-claro (devido à colonização biológica) e a sua extrema dureza e forte aderência ao suporte murário, levou a crer numa fase inicial que se tratava de uma argamassa recente com ligante cimentício.</p>		

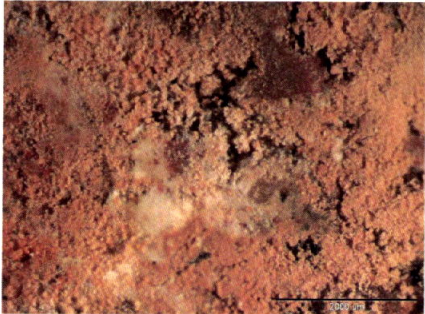
**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

8

<b>Identificação da amostra</b> <b>Argamassa de reparação</b> (fase 1 de intervenção)	Código de Identificação <b>A 7</b>
 <p>Localização (planta)</p>	 <p>Macrofotografia</p>
<b>Função:</b> Recuperação do pavimento. Preenchimento de lacunas e nivelamento	<b>Elementos construtivos com que interage:</b> Tesselado e estratos preparatórios do mesmo.
<b>Estrutura Técnica</b>	
<b>Espessura:</b> 0.5-0.7 cm <b>Sobreposição de estratos:</b> Camada de argamassa aplicada sobre as áreas de lacuna e se sobrepõem também ao tesselado.	<b>Marcas de instrumentos :</b>  Não apresenta
<b>Características físicas</b> (exame macroscópico)	
<b>Coloração e textura :</b> Rosa claro heterogénea	<b>Dureza:</b> Argamassa muito dura.
<b>Compacidade/ porosidade:</b> Compacta e ligeiramente porosa	<b>Ligante:</b> Cal aérea(?) + pós de tijolo como aditivo pozolânico.
<b>Agregado(s):</b>  Coloração : vermelho escuro Granulometria : 0,5mm – 1mm	<b>Forma :</b> irregular e angulosa  <b>Origem/natureza :</b> tijolo (fragmentos)

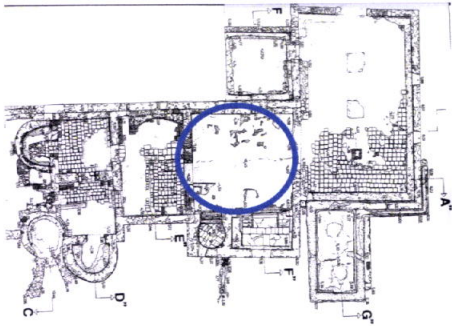

**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície: Patologias de natureza:</b>		
<p align="center"><b>1.Física</b></p> <p>a1. Deposições <b>X</b> <i>terras e outros corpos estranhos</i></p> <p>b.1 Fissuração <b>X</b></p> <p>c.1 Lacunas</p> <p>d.1 Destacamentos <b>X</b> <i>(maioritariamente nos bordos)</i></p> <p>e.1. Perda de coesão:</p>	<p align="center"><b>2.Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática</p> <p>b.2.Sais</p> <p>c.2. Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p align="center"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine <i>biológica</i></p> <p>b.3 Colonização biológica <i>algas e líquens</i></p> <p>c.3 Outros</p>
<p><b>Características físicas</b> Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)</p>		
		<p>A amostra A7 revela uma tonalidade rosada e é bastante coesa. Nela distinguem-se facilmente nódulos brancos – característicos das argamassas com ligante de cal aérea – e fragmentos anguloso e fino pó de cerâmica moída.</p>
<b>Observações:</b>		
<p>Argamassa de cal e pó de tijolo, composta por finas partículas, constituindo uma textura fina e de coloração alaranjada. Fragmentos de tijolo de forma e dimensão irregular fazem também parte da composição.</p>		

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

9

<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Argamassa de reparação</b>                  (fase 1 de intervenção)</p>	<p>Código de Identificação <b>A 8</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b>                  Recuperação do pavimento.                  Preenchimento de lacunas e nivelamento</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>  <i>Tesselatum</i> e estratos preparatórios do mesmo.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> 0.5-0,7 cm  <b>Sobreposição de estratos:</b>                  2º estrato que se sobrepõe nalgumas zonas à primeira camada de reparação</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>                   Não apresenta</p>
<p><b>Características físicas</b>                  (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>                  Rosa claro                  Heterogénea (mais grosseira)</p>	<p><b>Dureza:</b>                  Argamassa muito dura</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>                  Compacta e ligeiramente porosa</p>	<p><b>Ligante:</b>                  Cal áerea(?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>   <b>Coloração :</b> vermelho escuro  <b>Granulometria :</b> 1 mm – 3 mm e 5 mm</p>	<p><b>Forma :</b> irregular e angulosa   <b>Origem/natureza :</b> tijolo (fragmentos)</p>

**FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -**

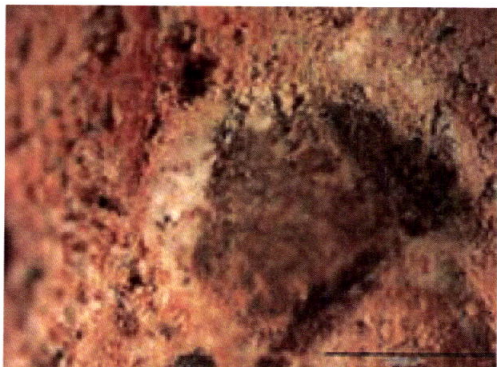
**Diagnóstico**

**Estado da superfície:  
Patologias de natureza:**

1.Física	2.Química	3. Biológica
a1.Deposições <b>X</b> b.1 Fissuração <b>X</b> c.1Lacunas d.1 Destacamentos <b>X</b> maioritariamente nos bordos e.1. Perda de coesão:	a. 2 Alteração cromática b.2.Sais c.2.Produtos de alteração d.2. Outros	a.3 Patine biológica b.3 Colonização biológica algas e líquens c.3 Outros

**Características físicas**

Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)



Microfotografia

A amostra A8 revela uma tonalidade rosada e é também bastante coesa. Podem-se observar fragmentos angulosos e grosseiros (5mm) de restos de cerâmica, assim como fino pó de cerâmica moída na sua constituição.

**Observações:**

Argamassa de cal e pó de tijolo, composta por finas partículas, constituindo uma textura fina e de coloração alaranjada. Fragmentos de de tijolo de forma e dimensão irregular fazem também parte da composição.

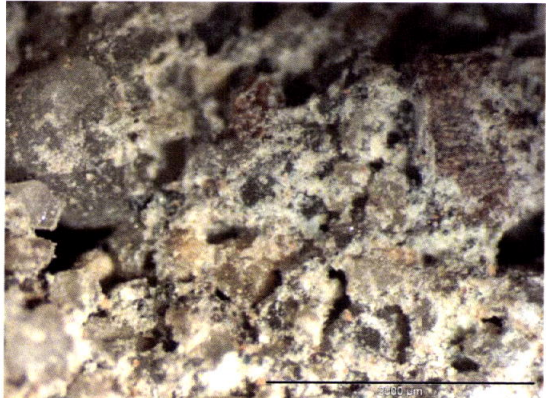
**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

10

<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Argamassa de reparação</b>          (fase 2 de intervenção)</p>	<p>Código de Identificação <b>A 9</b></p>
<p></p> <p>Localização (planta)</p>	<p></p> <p>Macrofotografia</p>
<p><b>Função:</b>          Argamassa de reparação          (fecho de juntas, reconstrução, capeamento e consolidação)</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>          Paredes em <i>opus incertum</i> e revestimentos internos e externos em <i>toda</i> a construção.</p>
<p align="center"><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura :</b> variável de 0,5 cm a 4,5 cm  <b>Sobreposição de estratos:</b>          Apenas 1 estrato – corresponderá certamente a ua fase de aplicação.</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>          Apresenta uma superfície muito irregular, demonstrando uma técnica de aplicação pouco rigorosa. Por vezes observam-se “sulcos”, marcas dos dedos do operador sobre a argamassa ainda fresca.</p>
<p align="center"><b>Características físicas</b>          (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>          Cinzenta clara          Textura muito grosseira</p>	<p><b>Dureza:</b>          muito dura          (em comparação com as argmassa originais)</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>          Compacta e muito pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b>          Cimento</p>
<p><b>Agregado(s):</b>   <b>Coloração :</b> incolores, amarelados, negros (raros)</p>	<p><b>Forma :</b> rolados   <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa</p>

## FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície:</b> <b>Patologias de natureza:</b>		
<p style="text-align: center;"><b>1.Física</b></p> <p>a1.Deposições <b>X</b></p> <p>b.1 Fissuração <b>X</b></p> <p>c.1Lacunas</p> <p>d.1 Destacamentos <b>X</b> apenas nos casos de reparações nos revestimentos</p> <p>e.1. Perda de coesão:</p>	<p style="text-align: center;"><b>2.Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática</p> <p>b.2.Sais</p> <p>c.2.Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p style="text-align: center;"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine biológica</p> <p>b.3 Colonização biológica líquens</p> <p>c.3 Outros</p>
<p><b>Características físicas</b> Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)</p>		
	<p>A amostra 9 revela uma coloração cinzenta clara e extrema dureza . O tipo de agregado utilizado – areia siliciosa com diferentes granulometrias – aparenta estar em maior proporção que o ligante, existindo muitos “vazios”. Daí se depreende que seria uma argamassa de traço pobre, o que explicará eventualmente o seu razoável comportamento face ao substracto arqueológico Observam-se poros esféricos, típicos do cimento.</p>	
<b>Observações:</b>		
Argamassa de cimento e areia siliciosa, constituindo uma textura muito grosseira fina e de coloração acinzentada .		



<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Argamassa de reparação</b>                  (fase 2 de intervenção)</p>	<p>Código de Identificação <b>A 10</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b> _____</p>
<p><b>Função:</b>                  Argamassa de reparação                  (fecho de juntas e fixação de elementos construtivos)</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>                  Parede interna da Sala dos 3 Pilares situada a NE, construída em <i>opus incertum</i>.</p>
<p><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura :</b> variável de 3 a 8cm  <b>Sobreposição de estratos:</b>                  Apenas 1 estrato</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>                  Apresenta uma superfície muito irregular, demonstrando uma técnica de aplicação pouco rigorosa.</p>
<p><b>Características físicas</b>                  (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>                  Cinzenta clara com uma tonalidade amarelada                  Textura muito grosseira</p>	<p><b>Dureza:</b>                  muito dura                  (em comparação coma argamassa original)</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>                  Compacta e muito pouco porosa</p>	<p><b>Ligante:</b>                  Cimento (ou cal hidráulica?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>   <b>Coloração :</b> incolores, amarelados, negros (raros).  <b>Granulometria :</b></p>	<p><b>Forma :</b> rolados   <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa + teor em argila.</p>

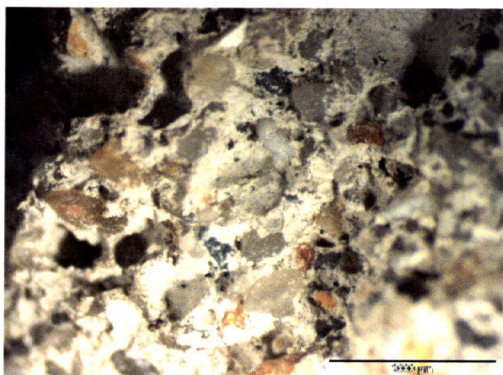
## FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -

### Diagnóstico

**Estado da superfície:**  
**Patologias de natureza:**

1.Física	2.Química	3. Biológica
a.1. Deposições <b>X</b>	a. 2 Alteração cromática	a.3 Patine biológica
b.1 Fissuração	b.2. Sais	b.3 Colonização biológica líquens
c.1 Lacunas	c.2. Produtos de alteração	c.3 Outros
d.1 Destacamentos	d.2. Outros	
e.1. Perda de coesão:		

**Características físicas**  
**Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)**



A amostra 10 revela uma coloração cinzenta clara com tonalidade amarelada.  
 Nesta imagem é possível observar que a matriz de ligante se encontra muito coesa agregando eficientemente o inerte – areia siliciosa com diferentes granulometrias – que possui muitos pontos de contacto a matriz.  
 Observam-se os poros esféricos, típicos do cimento.

**Observações:**

Argamassa de cimento e areia siliciosa e areia contendo uma percentagem em argila (saibro), constituindo uma textura muito grosseira fina e de coloração cinzenta-amarelada.

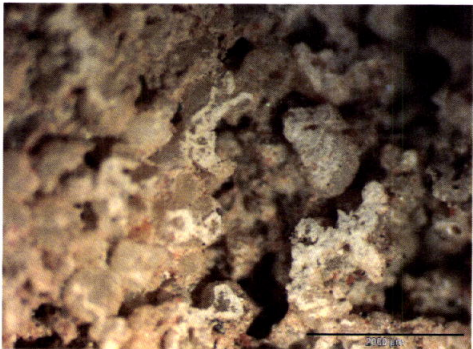
**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE ARGAMASSAS**

Nº

12

<p><b>Identificação da amostra</b>  <b>Argamassa de reparação (anos 80)</b></p>	<p>Código de Identificação <b>A 11</b></p>
 <p><b>Localização (planta)</b></p>	 <p><b>Macrofotografia</b>_____</p>
<p><b>Função:</b>          Argamassa de reparação          (reconstrução e consolidação)</p>	<p><b>Elementos construtivos com que interage:</b>          Parede exterior da Abside do <i>prefurinum</i></p>
<p style="text-align: center;"><b>Estrutura Técnica</b></p>	
<p><b>Espessura:</b> muito variável  <b>Sobreposição de estratos:</b>          Apenas 1 estrato</p>	<p><b>Marcas de instrumentos :</b>          Apresenta uma superfície muito irregular, demonstrando uma técnica de aplicação pouco rigorosa.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Características físicas</b>          (exame macroscópico)</p>	
<p><b>Coloração e textura :</b>          Amarelada muito clara          Textura muito grosseira</p>	<p><b>Dureza:</b>          muito coesa</p>
<p><b>Compacidade/ porosidade:</b>          Compacta e pouco porosa (?)</p>	<p><b>Ligante:</b>          Cal? (+ cimento branco?)</p>
<p><b>Agregado(s):</b>   <b>Coloração :</b> incolores, amarelados, negros (raros)  <b>Granulometria :</b></p>	<p><b>Forma :</b> rolados   <b>Origem/natureza :</b> areia siliciosa</p>

## FICHA DE EXAME DA ARGAMASSA - cont. -

<b>Diagnóstico</b>		
<b>Estado da superfície:</b> <b>Patologias de natureza:</b>		
<p style="text-align: center;"><b>1. Física</b></p> <p>a1. Deposições <b>X</b></p> <p>b.1 Fissuração</p> <p>c.1 Lacunas</p> <p>d.1 Destacamentos</p> <p>e.1. Perda de coesão:</p>	<p style="text-align: center;"><b>2. Química</b></p> <p>a. 2 Alteração cromática</p> <p>b.2. Sais</p> <p>c.2. Produtos de alteração</p> <p>d.2. Outros</p>	<p style="text-align: center;"><b>3. Biológica</b></p> <p>a.3 Patine biológica</p> <p>b.3 Colonização biológica líquens</p> <p>c.3 Outros</p>
<p><b>Características físicas</b> Exame – microscopia óptica : lupa Binocular (20x)</p>		
 <p>Microfotografia</p>	<p>A amostra A11 apresenta uma cor clara com uma tonalidade amarelada. Distingue-se facilmente que o agregado utilizado foi a areia siliciosa – grãos arredondados incolores – que se encontram envolvidos por uma matriz clara que os agrega. Contudo observa-se muitos espaços vazios: Independentemente da dureza que esta argamassa apresenta, à lupa binocular nota-se que a estrutura da argamassa se encontra muito fragilizada, em que os grãos do agregado se encontram quase a desprender-se da matriz. Este aspecto leva-nos a colocar a hipótese de se tratar de um ligante muito forte (argamassa bastarda?).</p>	
<b>Observações:</b>		
Argamassa de cal e areia siliciosa, constituindo uma textura muito grosseira fina e de coloração branca amarelada, muito dura.		

**ANEXO II**  
**FICHAS DE RECUPERAÇÃO**

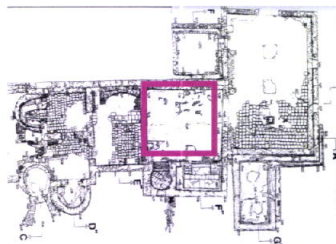
**FASE 1** *Frigidarium* - Reparação do pavimento



**Objectivo:**

Reparação de um pavimento em mosaico pertencente ao pátio central. Julga-se que se trataria de um local de passagem com muita utilização e que se terá deteriorado com o consecutivo pisoteio. Eventualmente, também esta área terá sofrido um assentamento, visto que o pavimento apresenta muitas deformções. Como conseqüência terá surgido fissuras, destacamentos do tesselado e formação de extensas áreas lacunares.

**Localização :**



**Descrição :**

Preenchimento de lacunas e regularização do pavimento em mosaico, aparentemente muito destruído - com bastantes faltas – onde foi aplicado um “barramento” de argamassa impermeabilizante (*opus signinum*), a fim de colmatar as falhas e irregularidades.

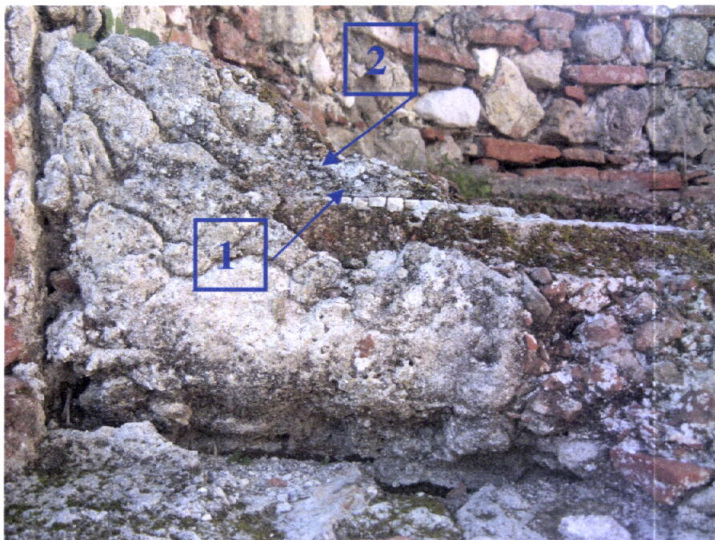
**Data de execução (aprox.)**

Período romano - fase tardia de funcionamento das Termas  
(a partir de finais do século III d. C.)

## Avaliação do comportamento

Interacção de materiais	Estado da superfície:
<p>Tesselado – arg. A 7      →</p> <p>arg.A7 – arg.A8      →</p>	<p>Observa-se que existiam uma extensa área com faltas ao nível do tesselado. Nas zonas onde persistiam tesselas, estas encontravam-se em risco de desprendimento. A argamassa A7 aplicada encontra-se ainda perfeitamente aderida ao mosaico. A superfície da argamassa encontra-se com uma densa patina biológica: sobretudo com musgo.</p> <p>A adesão entre a argamassa A7 e a A8 é ainda bastante forte. No entanto, como a A8 se sobrepõe a A7 apenas em pequenas áreas (“ilhas”), os bordos da A8 encontram-se muito erodidos e revelam desprendimentos. A superfície da argamassa A8 encontra-se com uma densa patine biológica: sobretudo com musgo.</p>
<b>Observações :</b>	

**FASE 1**  
**Caldarium - Reparação do pavimento de uma piscina**



<b>Objectivo:</b>	<b>Localização :</b>
<p>Reparação do pavimento em mosaico de uma das piscinas do sector quente – certamente com problemas de estanqueidade – com o objectivo da prolongar a sua utilização.</p>	
<b>Descrição :</b>	<b>Data de execução (aprox.)</b>
<p>Com o objectivo de impermeabilizar a superfície do pavimento - aparentemente muito destruído – de uma das piscinas quentes, foi aplicado um “barramento” de argamassa impermeabilizante (<i>opus signinum</i>) com 1,7cm de espessura para fechar as lacunas e nivelar as irregularidades.</p>	<p>Período romano- fase tardia de funcionamento das Termas                  (a partir de finais do século III d. C.)</p>

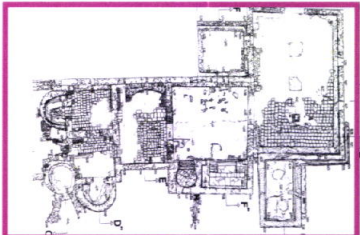


## Avaliação do comportamento

Interacção de materiais	Estado da superfície:
<p><i>Tesselatum</i> – arg. A 8 →</p>	<p>A avaliação do comportamento entre o substracto original e a argamassa de recuperação, neste caso, é particularmente difícil de realizar na medida em que a área preservada dos vestígios do pavimento desta pequena piscina é muito reduzida.</p> <p>Mas no entanto, é possível observar que os dois estratos (<i>tesselatum-A8</i>) se encontram bastantes coesos e bem aderidos entre si, não se observando, na pequena área visível, vestígios de fissuração da A8.</p> <p>Para além disso, a sua superfície encontra-se muito “consumida” pela intensa actividade biológica que aí se desenvolve: proliferando os líquens e os musgos.</p>
<b>Observações :</b>	

**FASE 2** **Consolidação das paredes resistentes**



<p><b>Objectivo:</b></p>	<p><b>Localização :</b></p>
<p>a integridade física e protecção dos muros perimetrais das termas.</p>	
<p><b>Descrição :</b></p>	<p><b>Data de execução (aprox.)</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- As juntas abertas foram preenchidas.</li> <li>- Sobre os topos dos muros foram construídas umas, por vezes duas fiadas de pedra ou em alvenaria mista.O coroamento dos muros foi “protegido” com pedras de tamanho médio, angulosas com as arestas voltadas para cima e fixas com argamassa cimentícia.</li> </ul>	<p>Século XX : trabalhos de recuperação e protecção, realizados durante as décadas de 50-70, certamente após as grandes campanhas de escavação arqueológicas dirigidas por D. Fernando D’Almeida.</p>

## Avaliação do comportamento

Interação de materiais	Estado da superfície:
<p data-bbox="171 634 400 666">Pedra e tijolo – A9</p> <ul data-bbox="400 702 495 963" style="list-style-type: none"><li>A1 -A9</li><li>A2 -A9</li><li>A3 – A9</li><li>A4 –A9</li><li>A5 – A9</li><li>A6- A9</li><li>A7 – A9</li><li>A8-A9</li></ul>	<p data-bbox="746 634 1290 989">Pode-se constatar que, de uma forma geral, é bastante forte o grau de adesão entre a argamassa de reparação A9 quer com os materiais construtivos (pedra e tijolo) quer com as argamassa intersticiais (A1, A2, A3 e A6). Observa-se no entanto que nos casos de aplicação desta mesma argamassa A9 sobre revestimentos: de pavimentos (A7,A8), de cetária (A4) e rebocos pintados (A5), pode-se registar, alguns casos de fissuração e destacamentos; acretando efsitos danosos para os revestimentos originais</p>
<p data-bbox="171 1129 385 1161"><b>Observações :</b></p>	

**FASE 2**

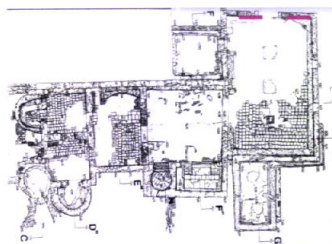
**Sala dos 3 Pilares – Fecho de juntas e fixação de elementos construtivos**



**Objectivo:**

Consolidar um troço da parede que se encontrava mais vulnerável: apresentando juntas abertas e elementos construtivos destacados ou em fase de destacamento.

**Localização :**



**Descrição :**

Fecho de juntas (de uma forma muito grosseira) e fixação de elementos construtivos para consolidar e proteger a estrutura de alvenaria contra a infiltração das águas das chuvas, utilizando uma argamassa cimentícia de tonalidade amarelada.

**Data de execução (aprox.)**

Século XX: trabalhos de recuperação e protecção, realizados durante as décadas de 50-70. Certamente após as grandes campanhas de escavação arqueológicas dirigidas por D. Fernando d'Almeida.

## Avaliação do comportamento

<b>Interacção de materiais</b>	<b>Estado da superfície:</b>
Pedra e tijolo – A 10  A1 – A10	<p>Observa-se que neste caso concreto, um comportamento análogo ao da argmassa A9: a adesão da argmassa de recuperação A10 é bastante forte o grau de adesão quer com os materiais construtivos (pedra e tijolo) quer com a argmassa intersticial (A1) das paredes da Sala dos 3 Pilares.</p> <p>Embora se note que a aplicação desta argmassa foi feita de uma forma muito grosseira e sem cuidados de preencher as juntas totalmente, ao nível da limpeza e de acabamento estético; as superfícies de contacto entre a argmassa e os materiais construtivos é por vezes diminuta. Embora isso se verifique, a adesão entre estes dois materiais é neste caso forte. Registam-se alguns casos, em que as juntas, em virtude da deficiente técnica de aplicação, se encontram soltas e facilmente se destacam.</p>
<b>Observações :</b>	

**FASE 3**

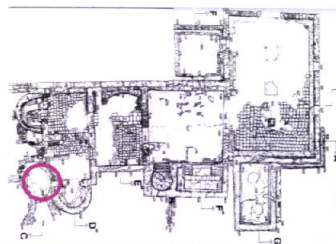
**Abside do *praeurnium* – consolidação/reconstrução**



**Objectivo:**

Consolidação da abside do *praeurnium*, através do fecho de lacunas e da reconstrução parcial numa zona que deveria se encontrar parcialmente desmoronada.

**Localização :**



**Descrição :**

Reconstrução do paramento exterior da abside utilizando pedra de natureza variada (calcário, conglomerados) e tijolos assentes com uma argamassa clara com uma tonalidade amarelada e textura grosseira.

**Data de execução (aprox.)**

Século XX  
Trabalhos de recuperação e protecção, realizados durante a década de 80. Provavelmente durante os estágio práticos dos Cursos promovidos pelo MMC sob a orientação Técnica de Carlos Beloto.

## Avaliação do comportamento

Interacção de materiais	Estado da superfície:
<p>Pedra de natureza variada – A11</p> <p>Tijolo – A11</p> <p>A1– A11</p>	<p>Pode-se constatar que, de uma forma geral, é bastante forte o grau de adesão entre a argamassa de reparação A11 quer com os materiais construtivos (pedra e tijolo) quer com a argamassa pertencente à alvenaria original (A1).</p> <p>Não se observam fissuração ou destacamentos.</p>
<b>Observações :</b>	

**ANEXO III**

**ESTUDOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS  
SOBRE ARGAMASSAS ROMANAS**



## **Estudos e caracterização das argamassas romanas pertencentes à estação de Troia realizadas no passado**

Foram realizados quatro estudos de caracterização sobre os materiais construtivos da época romana na estação de Troia. Estes foram desenvolvidos quer no âmbito da preparação de futuras intervenções de recuperação das diferentes unidades arquitectónicas que compõem este sítio arqueológico, quer no âmbito de um Projecto de Investigação financiado pela CE com o mesmo propósito.

De 1999 até 2002 decorreu um Projecto de Valorização levada a cabo pelo IPPAR, através de um Protocolo celebrado com a entidade proprietária dos terrenos onde as ruínas se encontram implantadas, onde se encontrava previsto desenvolver trabalhos no âmbito da salvaguarda e preservação das estruturas arqueológicas. Paralelamente foram também efectuados estudos técnicos e de diagnóstico do estado de conservação sobre as várias unidades arquitectónicas, com o intuito de preparar as futuras intervenções.

Foram os casos das pinturas da Aula/Basilica (Casal, 2002) e da necrópole romana composta por sepulturas de mesa (LNEC, 2004 e 2005). O principal objectivo destes estudos foi a caracterização dos materiais e das técnicas construtivas das várias construções para que, com base no seu conhecimento rigoroso, fosse possível fazer o planeamento das futuras intervenções de conservação e restauro, tendo em conta a compatibilidade dos materiais a introduzir nos tratamento e a durabilidade das intervenções.

## 1.1. Exame Técnico e estado de conservação das Pinturas murais da Aula Basílica

Este trabalho foi realizado com o apoio laboratorial do LNEC e do IPCR, dando origem a um relatório (Casal, 2002) e um artigo em revista (Casal, 2003).

Consistiu num trabalho preparatório ao futuro tratamento de conservação e restauro das pinturas, sendo composto por um estudo de carácter histórico e técnico-científico que teve com o objectivo fundamental caracterizar o revestimento mural do Templo e o seu meio envolvente: estrutura murária e ambiente circundante.

Dele faz parte o registo gráfico da gramática decorativa das pinturas, o estudo das técnicas de execução, a identificação e o mapeamento das patologias e o estudo das suas causas, a identificação de intervenções anteriores e o levantamento das condições termohigrométricas da zona envolvente. Concluiu-se que a estrutura do Templo é construída em alvenaria irregular, nos seguintes aparelhos: *opus incertum*, *opus mixtum*, com bastante reutilização de *opus latericium*. Existem porém pequenos troços, aparentemente de uma época anterior, em *opus quadratum*.

Os elementos construtivos das paredes, cuja espessura é de 47 a 50 cm, são essencialmente rochas sedimentares: calcários (Brechas da Arrábida, calcários com estiólitos, calcários margosos), alguns basaltos e granitos, e ainda tijolos. Relativamente aos estratos preparatórios, estes são aglutinados com argamassa de cal e areia. Observam-se argamassas

cimentícias – resultado de intervenções de recuperação dos anos 70.

A composição do suporte pictórico das pinturas é a seguinte :

- O **Arricio** (1 a 3 cm de espessura): argamassa com uma tonalidade ligeiramente creme, à base de cal aérea e areia, sendo esta predominantemente siliciosa, de grão médio, existindo nódulos de cal de tamanho variado. Teor em  $\text{CaCO}_3$ : 21%.

-O **Intonaco** (0,1 a 0,5 cm de espessura): argamassa de coloração branca, com base em cal aérea e areia de grão muito fino (hipótese: possivelmente foi utilizado o carbonato de cálcio como agregado), pois o quartzo não constitui o mineral predominante, mas sim o  $\text{CaCO}_3$  : 83%.

A relação agregado-ligante: foi determinada por Termogravimetria. A autora faz uma referência muito importante : “... a quantidade de  $\text{CaCO}_3$  obtida refere-se à quantidade actual presente das amostras.”

Detectou-se que as principais patologias consistiam em lacunas, fissuras, perdas de coesão possivelmente devido à presença de sais solúveis

Os sulfatos surgem em maior concentração, sendo atribuída a sua presença a antigas reparações utilizando gesso - década de 70 “dos estucadores”. Refere-se que a percentagem de cloretos detectada é mínima (embora o Templo se localize nas imediações da foz do rio Sado), o que pode indiciar algum problema na obtenção das amostras. Mesmo pequenas quantidades de sais solúveis, associadas à presença de uma argamassa de substituição com base em cimento (estas muito mais impermeáveis ao vapor de água), podem conduzir a concentrações de sais em zonas muito localizadas, e à produção nessas áreas de produtos expansivos ou à simples deterioração por cíclicas tensões mecânicas no material envolvente.

No que concerne à composição da camada cromática, afirma-se que foram utilizados essencialmente pigmentos naturais dispostos estratigraficamente numa só camada. Os pigmentos utilizados são: o ocre, o ocre vermelho e o amarelo, o carvão animal/vegetal, indigo (corante vegetal), a azurite e o branco de chumbo – como a única côr artificial. Aliás é invulgar ser o branco à base de chumbo e não carbonato de cálcio como habitual. Os ligantes utilizados são o  $\text{CaCO}_3$  e pontualmente, nos troços da pintura com técnica *a secco*, um ligante orgânico (cola de pele de coelho).

## **1.2. A caracterização de argamassas de revestimento das sepulturas de mesa - *opus signinum* - Núcleo de Materiais Metálicos do LNEC (2004) e (2005).**

Com os mesmos objectivos e seguindo a mesma metodologia, foi realizado o Caderno de Encargos para a conservação e restauro da necrópole romana tardia com sepulturas de *mensae*, procedendo-se à caracterização dos materiais constituintes com a colaboração técnica do Departamento de Materiais de Construção - NMM do LNEC.

Esta amostragem deveu-se ao universo de uma necrópole composta por 67 sepulturas, postas a descoberto até ao momento. Foram caracterizadas à vista desarmada supostamente três argamassas de revestimento com características diferentes. Foram então colhidas 3 amostras das sepulturas nº 48, 56 e 57.

A metodologia utilizada para a caracterização das amostras envolveu os seguintes métodos de exame e análise : difracção de raio X (XRD), análise termogravimétrica (Tg), análise granulométrica do agregado por peneiração, pesquisa de compostos orgânicos por espectroscopia de infra-vermelho por Transformada de *Fourier* (FTIR $\mu$ .s), microscopia óptica (OM), microscopia electrónica de varrimento (SEM) e microanálise de raio X por dispersão energias (EDS).

Os ensaios efectuados indicam que as três amostras dos revestimentos das sepulturas são argamassas de cal confeccionadas com uma areia siliciosa e fragmentos de cerâmica cozida moídos ou simplesmente partidos.

A incorporação de cerâmica cozida (moída ou partida) como aditivo nas argamassas de cal romanas, em substituição das *pozzolanas* naturais (lavas vulcânicas meteorizadas), tinha como finalidade permitir a formação de produtos hidráulicos em presença da água, e foi uma prática comum nos locais do império romano onde não se dispunham de materiais pozolânicos naturais.

Os resultados já disponíveis referentes às três sepulturas indicadas apontam para uma fraca proporção de compostos hidráulicos, o que poderá ser devido a uma baixa reactividade pozzolânica do material cerâmico utilizado.

### **1.3. Projecto Europeu de Investigação PRODOMEA (2002/2005)**

A Participação portuguesa no Projecto Europeu PRODOMEA – *Project on high compatibility technologies and system for conservation and documentation of masonry works in archaeological sites of mediterranean área in roman sites in marine environment*<sup>1</sup> - que decorreu entre 2002 e 2005,

---

<sup>1</sup> Este projecto envolveu vários casos de estudo entre os quais se contam cinco estações arqueológicas do período romano situadas em vários pontos da bacia mediterrânica: a estação de Tróia (Portugal), a Villa romana de Giannutri (Itália), o Templo de Júpiter (Síria), Petra e a Fortaleza de Machaeronte (Jordânia); estes estudos tiveram em vista a recolha de informação necessária à equipa de investigadores portugueses (LNEC) e italianos (Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima-Bolonha) para o desenvolvimento do projecto.

realizou-se através de uma parceria entre o IPPAR e o LNEC (Departamento de Materiais de Construção) tendo como propósito o estudo da compatibilidade de materiais para a recuperação de estruturas romanas em sítios arqueológicos na Bacia Mediterrânea. O principal objectivo do projecto foi avaliar e definir metodologias de conservação compatíveis para futuros tratamentos de recuperação de alvenarias arqueológicas romanas. Tendo como ponto de partida a caracterização laboratorial de argamassas romanas e a análise comparativa dos métodos de intervenção utilizados no passado, das técnicas tradicionais e de tecnologias inovadoras de conservação recolhidas pelos diversos parceiros.

### Ensaio de caracterização de argamassas

Neste projecto foram realizados ensaios de caracterização de argamassas das fábricas de salga de peixe localizadas no interior da península (**Tpi**) e na orla Fluvial (**Tph**). Foi igualmente caracterizado (qualitativa e quantitativamente) o teor de sais solúveis existente em amostras provenientes das construções mais próximas da orla fluvio-marinha - da Fábrica da orla (**Tph**) estabelecendo uma comparação com outras construções em pontos geograficamente mais distantes da linha aquífera, mas igualmente afectados por esta patologia - uma das paredes da zona Residencial (**Tr**).

Quadro XI - Caracterização da composição das argamassas

Função da Argamassa	Códigos das amostras
A.A.	Tpi1, Tpi4, Tpi9, Tph19, Tph32, Tph34 e Tr18)
A.R. – C.P.	Tph20, Tph31, Tph33, Tph35, Tph36
A.R. – C.A.	Tpi2, Tpi3, Tpi6, Tpi8
A.A. (para análise qualitativa e quantitativa do teor de sais solúveis)	Tr11 a Tr17 e Tph21 a Tph30

A metodologia utilizada para a caracterização das argamassas envolveu a realização de análises com recurso às seguintes técnicas: OM, RD, Tg, IC, SEM, EDS e CA

Pode-se concluir com este estudo que as argamassas são compostas essencialmente por ligante de cal aérea e agregados siliciosos de natureza e granulometria diferentes, variando de acordo com a época e as características da construção, e também em função da argamassa na construção.

a) As argamassas de assentamento :

-**Tpi2** - tanque da fábrica VIIa) 1ª fase de construção (I-IIId.C) Tratar-se-á muito certamente de uma argamassa de recuperação (pois foi encontrado um fragmento de papel com letras impressas no seu interior) composta por cal (fracção com menos de 0,1mm) com contaminação de quartzo e agregado silicioso (1.25-0,1mm);

- **Tr11 a Tr17 e Tph21 a Tph30**: análise qualitativa e quantitativa de sais solúveis por análise de cromatografia iónica;

O perfil de amostragem foi realizado na zona residencial, numa parede claramente afectada pela cristalização de sais, encontrando-se os materiais construtivos a desagregar-se e, conseqüentemente, a parede a perder espessura (cerca de 7cm) no “soco” da parede. Os resultados revelaram a existência de nitratos ( $\text{NO}_3$ ), cloretos(Cl) e sulfatos( $\text{SO}_4$ ), sendo a de nitratos apenas vestigial (0-0,2 meq/l) devendo-se a sua presença possivelmente à existência de animais no local (urina), visto este ser um sal muito solúvel. A existência de cloretos (0,2-0,4 meq/l) e de sulfatos (0-0,55 meq/l) era mais evidente, muito possivelmente devido à contaminação por água do mar e pelas argamassas cimentícias introduzidas nas juntas (com vista a “consolidar” a patologia já identificada anteriormente).

No perfil realizado da fábrica da orla fluvial, exposta à acção directa da água do mar, e a ciclos de molhagem e secagem, verificou-se que existiam apenas sulfatos (0-0,2 meq/l) e uma concentração muito grande de cloretos (0,1-1,5 meq-l)

Curioso foi constatar que a concentração de  $\text{SO}_4^{++}$  e de Cl- era muito maior nas zonas mais altas (zona da parede que não era constantemente “lavada” pelo nível da maré alta, mas que era directamente contaminada e permanecia seca mais tempo).

## b) Os revestimentos de tanques:

### **Revestimentos dos tanques camadas preparatórias:**

- **Tpi1 e Tpi5** tanque de uma fábrica de salga de peixe (Séc. I-II d.C.) mais tarde adaptado para um compartimento das Termas: *Apoditherium* (séc. III d.C.)- Argamassa compostas por cal (fracção das partículas < a 0,1mm), agregado calcário (5- 2,5mm) anguloso (“brita”) e arredondado e areia siliciosa (1.25-0,1mm) ). A fracção enriquecida em ligante cal (<0,1mm) apresenta contaminação de quartzo.

- **Tpi3** revestimento grosseiro em *opus signinum* de um pilar, argamassa com distribuição muito heterogénea com tipo de agregados e dimensões muito variadas. Fragmentos cerâmicos (5-2,5mm), areia siliciosa (0,1mm), fracção enriquecida em ligante (<0,1mm) apresenta também pó de tijolo.

### **Revestimentos de tanques : camadas de acabamento**

-**Tph31, 33, 34** - tanque com *opus signinum* .Através da microscopia óptica com luz reflectida obteve-se informação acerca da cor, dimensão e morfologia dos agregados, do tipo de porosidade e da fissuração da amostra. São essencialmente argamassas compactas (Tph 31 e33), sendo que a Tph 34 apresenta porosidade. A Tph31 apresenta pó de tijolo na sua constituição e um nódulo de cal.

- **Tr18** - revestimento parietal de compartimento, possivelmente um estrato preparatório de pintura.

Argamassa composta por ligante de cal (fracção menor que 0,1mm) e areia siliciosa (fracção das partículas > 0,1mm). A areia aqui utilizada é de menor granulometria para obtenção de um acabamento mais fino para aplicação de pintura, visto que se conhecem – de acordo com a documentação fotográfica e histórica - outros compartimentos da mesma *insulae* totalmente revestidos a pintura mural.

- **Tph 20** – revestimento rosado de *opus signinum* de um fundo de um tanque. Argamassa composta por quartzo e pó de cerâmica (0,1mm). A fracção das partículas inferior a 0,1m revela a presença de cal e fino pó de tijolo.

**Quadro XII– Dimensão dos agregados e proporção ligante-agregado**

Descrição amostra	Amostras	Dimensão do agregado (mm)	Agregado (%)	Ligante (%)	Ligante/agregado proporção
Revestimento preparação	Tpi1	8-0,1	93	7	1:10
Arg. assentamento	Tpi2	1,25-0,1	54	46	1:1
<i>Opus signinum</i>	Tpi3	8-0,1	78	22	1:3
Arg. Interst.	Tpi4	1,25-0,1	59	41	1:1
Revestimento preparação	Tpi5	8-0,1	91	9	1:10
Revest. Acab.	Tpi6	1,25-0,1	73	27	1:3
	Tpi7	5-0,1	79	21	1:4
Revest. Acab	Tpi8	5-0,1	88	12	1:7
Arg. Interst	Tpi9	1,25-0,1	57	43	1:1
Estrato prep. Pintura	Tr18	0,1	70	30	1:2
Arg. Interst.	Tph19	16-0,1	89	11	1:7
<i>Opus signinum</i>	Tph20	5-01	60	40	1:2

#### 1.4. CAROTES

(trabalho realizado ainda no âmbito do Proj. PRODOMEA (AAVV, 2004))

Ainda de acordo com os objectivos do Projecto PRODOMEA, foram realizados no LNEC diversos ensaios seguindo a metodologia usada para a caracterização de argamassas antigas: MO, XRD, TG, RI , análise granulométrica da “areia” resultando do ensaio de RI por peneiração, SEM e EDS.

O objectivo deste trabalho foi a caracterização das argamassas para melhor compreender as técnicas construtivas, bem como analisar o seu comportamento face a ambientes externos distintos. Assim foram recolhidas amostras dos tanques designado por *cetareas* em



duas fábricas romanas distintas : uma localizada na zona da orla (Tph) e outra localizada no Interior (Tpi).

A recolha de amostras foi feita a partir de recolha de fragmentos já destacados e mediante furação, de forma a obterem-se carotes com a estratigrafia completa, para uma melhor e mais completa análise da técnica construtiva.

As amostras colhidas foram as seguintes :

**Tph31** carote - pavimento de cetárea – preparação do revestimento - *opus signinum*: 2 estratos

**Tph32** carote – parede de cetárea – argamassa *opus signinum* + fundação: 2 estratos

**Tph33** fragmento - pavimento de cetária – preparação de revestimento

**Tph34** – carote - pavimento de cetária – preparação do revestimento+fundação: 2 estratos

**Tpi35** carote – pavimento de cetária – preparação do revestimento+fundação: 2 estratos

**Tpi36** carote – pavimento de cetária – camada de acabamento+preparação do revestimento+fundação: 3 estratos

Pode-se concluir com estes ensaios que, relativamente à tecnologia utilizada na construção destes tanques para salga de peixe, as suas fundações são compostas por blocos pétreos angulosos de natureza variada (brita calcária e dolomítica e areia siliciosa) de grande dimensão aglutinados por uma argamassa de cal calcinada a altas temperaturas visto se terem identificado a presença de cristobalite<sup>2</sup> pelos resultados da DRX e agregados siliciosos, havendo duas variantes ao nível da composição.

Entende-se que as argamassa de cal e agregado silicioso corresponderá a um período anterior (1º época de construção da bateria de fábricas na Península: século I-II d.C) e os tanques que apresentam *opus signinum* nos revestimentos (casos muito raros) pertencem a um período posterior (II-III d.C.?), sendo que a cetária estudada, única, corresponde a uma parede adicionada posteriormente para dividir uma cetária já existente.

Curioso foi também constatar que em alguns dos casos se verificou que as fundações destes tanques assentam sobre uma camada de argila (Tpi36), aparentemente construída artificialmente, para nivelar e impermeabilizar a construção. Levanta-se esta hipótese, dado que a natureza do solo não é de todo argilosa, pensando-se que esta camada foi introduzida deliberadamente e com uma finalidade específica.

---

<sup>2</sup> **Cristobalite** – forma de sílica de alta temperatura comum em rochas vulcânicas, que fornece igualmente informação que temperatura de calcinação do calcário foi bastante elevada.

## **Caracterização das amostras:**

**Tph31** - argamassa constituída por minerais de quartzo, feldspatos e mica e calcite: composição característica de uma argamassa de cal e areia. Os minerais identificados são de natureza siliciosa, embora tenham sido utilizados também fragmentos de tijolo.

A presença de cloroaluminato de cálcio hidratado, indica um meio rico em iões cloreto (contaminação da água do mar), traduz também a formação de composto de carácter hidráulico, em resultado da incorporação de materiais com características pozolânicas, nomeadamente o tijolo mais avermelhado.

A SEM e a EDS revelam que esta amostra possui uma estrutura compacta, apresentando uma microestrutura pouco característica para uma argamassa de cal aérea, sendo relativamente rica em geles do tipo dos formados em argamassas de ligante hidráulico, cujos espectros de EDS afirmam ser rica em silício, cálcio, Mg e Al.

A areia (quartzosa, de morfologia rolada) apresenta a sua superfície “atacada”, explicando assim os altos valores de RI (12), valor que é um indicativo de uma maior ou menor formação de compostos pozolânicos entre os minerais agregados e a cal.

A presença de aragonite, deve-se à possível dissolução da calcite proveniente do ligante e que posteriormente, em contacto com os sais de Mg (proveniente da água do mar) recristalizou em forma de aragonite.

**Tph32** - constituída por calcite e dolomite: argamassa de cal aérea, utilizando a pedra britada de natureza dolomítica e cálcica e alguma areia de natureza siliciosa . A presença de aragonite e halite traduzem a acção da água do mar.

SEM e EDS revelam também a presença de aragonite, halite e filamentos orgânicos devidos a colonizações biológicas.

**Tph33** – argamassa de cal e areia também contaminada por cloretos (halite). A SEM revela as mesmas presenças de halite, aragonite, e que os grãos de areia siliciosa possuem uma morfologia rolada.

**Quadro - XIII - Composição das amostras de argamassa (% em massa)**

Constituintes	Amostras		
	Tph31	Tph33	Tph34
Areia siliciosa	-	6	77
Areia siliciosa + tijolo	61	-	-
Brita calcária	-	41	-
Brita dolomítica	2	28	-
Cal hidratada	18	12	16

### **Apreciação final dos resultados.**

As três amostras de argamassas: Tph31, Tph32 e Tph33 são argamassas de cal aérea cálcica que diferem entre si nas proporções e tipo de agregados utilizados.

As composições actuais das argamassas traduzem relações ponderais aproximadas de :

**Tph31** - 1 cal hidratada : 3,5 agregado (tijolo britado, tijolo moído, areia, dolomite)

**Tph 32** - 1 cal hidratada : 6 agregado (3,5 brita calcária+ 2 brita dolomítica + 0,5 areia siliciosa)

**Tph 33** - 1 cal hidratada : 5 agregado (areia siliciosa)

As três amostras encontram-se contaminadas com cloreto de sódio e magnésio da água do mar, o que se prende directamente com a sua localização.

Pode-se concluir que as amostras de argamassa de assentamento e os vários estratos que compõem o revestimentos das cetárias (século I-II), foram recolhidos em mais do que uma fábrica, e apresentavam tecnologias construtivas distintas.

- As amostras estudadas provêm de construções da época romana pertencentes a dois períodos distintos:

- A primeira época de construção (séc.I-II d.C), que são o caso das amostras Tpi, Tph e Tr, recolhidos respectivamente nas fábricas de salga de peixe situadas no Interior da Península, na orla fluvial, sendo a última recolhida na zona residencial (*insulae*).

Pertencentes a um período mais tardio, são as construções ligadas ao ritual religioso e funerário (século IV-V d.C.), o Templo Paleocristão e as sepulturas de mesa, também alvo de estudo.

Pode-se afirmar que, de uma maneira geral, a composição das argamassa contituíntes destas construções, independentemente da sua cronologia, seguem formulações bastante semelhantes e coerentes. Estão intimamente relacinados com os recursos de matérias-primas locais, o recurso sistemático aos agregados: a areia siliciosa (no 1º e 2º período de construção) e dos “desperdícios” de material cerâmico maioritariamente na fase tardia, quer em revestimento para a reparação do *opus signinum*, revestimento com características impermeabilizante, utilizado em estruturas hidráulicas (caleira do aqueduto, revestimento das duas cisternas - termas e rota aquária - e nos revestimentos de sepulturas. Porém, este mesmo tipo de revestimento também foi usado noutras situações de reparações localizadas de revestimentos (pilares das fábricas, revestimentos de cetáreas, pavimentos de mosaico nas termas, entre outras situações) .

Foram colhidos diversos tipos de argamassas que desempenham diferentes funções nas construções:

- a) Argamassa de assentamento (templo Paleocristão, Fábrica Tpi, Zona Residencial Tr)
- b) Revestimentos parietais (rebocos) e estratos preparatórios de pintura mural (templo e zona residencial Tr).
- c) Argamassa hidráulica de revestimento – *opus signinum* – Sepulturas de mesa da necrópole romana tardia, Fábrica Tpi (revestimento de um pilar), Fábrica Tph revestimento de um tanque mais tarde subdividido e revestido com op.sig.)

Patologias identificadas:

Físicas: lacunas, fendas, fissuras, perdas de coesão (devido aos sais solúveis).

Filamentos orgânicos e contaminação biológica de uma maneira geral.

Complementarmente, alguns destes trabalhos tinham também como objectivo caracterizar qualitativa e quantitativamente o teor de sais solúveis existentes nas

argamassas das construções com diferentes localizações relativamente à proximidade da orla fluvio-marítima.

Cloretos (halite), por vezes índices muito baixos relativamente àqueles que inicialmente se esperariam, na estruturas localizadas directamente na orla fluvio-marinha, e em contacto directo com a água (Templo e T<sub>pH</sub>). Nitratos: apenas foram identificados valores vestigiais na T<sub>ph</sub> – visto estes serem sais altamente solúveis, e estarem realcionados com a presença de animais na zona.

Sulfatos: foram identificados apenas nas argamassas de revestimento mural no Templo, e pelo que a autora refere, a sua presença deve-se à contaminação pelas argamassa de reparação da década de 70, com ligante de sulfato de cálcio.

O quadro XIV que se segue apresenta de uma forma objectiva apenas os resultados e os métodos laboratoriais envolvidos em cada trabalho, de forma a ser possível realizar uma confrontação de resultados e extrair algumas conclusões.

Quadro XIV – Quadro resumo dos estudos de caracterização das argamassas romanas de Troia

Unidade Arquitetónica	Amostra	M.E.A.	CARACTERIZAÇÃO
Núcleo residencial Século I-II (Tr)	A.A. Tr10 a Tr 17	IC	<b>NO<sub>3</sub></b> – 0,02 meq/l (vestigial) <b>Cl<sup>-</sup></b> - 0,2-0,4 meq./l <b>SO<sub>4</sub></b> – 0,55 meq./l
Núcleo residencial Século I-II (Tr)	A.R. – C.P. Tr18	OM, XRD, Tga., CA IR, SA	Cal aérea + areia de menor granulometria: (partículas < 0,1mm)
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	A.R-CP. Tpi1	OM,XRD, Tga/DTA, CA	<b>Tpi1</b> – revestimento prep. Betão Cal aérea + agregado calcário (5-2,5mm) + areia siliciosa (1,25-0,1mm)
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	AR-CP Tpi5	OM,XRD, Tga/DTA, CA	<b>Tpi5</b> – Cal aérea + agregado calcário (5-2,5mm) + areia siliciosa (1,25-0,1mm)
Fábrica de salga de peixe Séc-I-II - Tpi	AR-CA Tpi2, Tpi3, Tpi6, Tpi7, Tpi8	OM,XRD, Tga/DTA, CA	<b>Tpi 2-</b> agreg. (1,25-0,1mm)- lig. (<0,1mm) <b>Tpi3</b> – agreg.(5-2,5mm)+ pó tijolo (0,1mm) <b>Tpi 6-</b> agreg. 73% - lig. 27% - 1:3 <b>Tpi 7-</b> agreg. 79% - lig. 21% - 1:4 <b>Tpi 8</b> - agreg. 88% - lig. 12% - 1:7
Fábrica de salga de peixe Orla fluvial Séc-III – Tph	A.A. Tph32,Tph34	OM,XRD, Tga/DTA, EDAX,CA, SEM	<b>Tph32</b> –agreg. 6 partes – 1 ligante <b>Tph34</b> -17% de areia siliciosa- 16% cal
Fábrica de salga de peixe Orla fluvial Séc-I-II - Tph	AR-CP Tph20,Tph31,Tph33	OM,XRD, Tga/DTA, SEM, EDAX,CA	<b>Tpi 20</b> - quartzo+ pó cerâmica (0,1mm) + cal e fino pó de tijolo (<0,1mm). <b>Tph31</b> – 61% areia + tijolo -18% cal <b>Tph33</b> –6%areia-siliciosa+41% calcário+28% dolomite+ 12% cal

#### 4.5.2. Casos de estudo de argamassas introduzidas na recuperação de monumentos arqueológico

##### Ruínas Romanas de Conímbriga (Velosa, 2005)

Este estudo de caracterização de argamassas de revestimento de dois tanques (*natatio*) das Termas (Sul) de Conímbriga foi relizado tendo em mente os futuros tratamentos de recuperação dos mesmos e a necessidade de formular argamassas compatíveis com as originais.

Foram estudadas quatro amostras retiradas de revestimentos de dois tanques, com características funcionais e aparentemente de composição bastante semelhante : *opus signinum*.

Para a caracterização mais rigorosa e completa possível, a metodologia utilizada foi a seguinte: para a determinação da relação ligante-agregado foi utilizado o ataque ácido; a utilização de crivos/peneiração e a microscopia óptica para determinar a distribuição das partículas de tamanho distinto; para visualização da microestrutura da análise, a realização e observação de lâminas delgadas; a difracção de raio X para a caracterização mineralógica dos componentes; para determinação da composição química, a Fluorescência de Raio X e a análise térmica (Tg).

As amostras estudadas foram as CON1 e CON2 provenientes da piscina maior e a CON4 e CON5 (int. e externa) oriunda de um tanque menor a Oeste. A cronologia destas construções é de II d. C.

Os autores fazem referência a um aspecto muito importante na determinação dos constituintes de uma argamassa: o seu “envelhecimento” e deterioração ao longo dos séculos e a perda natural de alguns dos seus constituintes, sobretudo os mais solúveis! Este fenómeno verifica-se geralmente ao nível do ligante : a cal.

Por exemplo em atmosferas poluídas o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) com a humidade e o  $\text{CO}_2$  transforma-se em ácido carbónico. Este irá solubilizar o carbonato de cálcio das argmassa e transformá-lo a bicarbonato (muito mais solúvel).

Quando a parede seca, a água do seu interior é chamada á superfície, juntamente com os sais que se dissolveram nela, resultando na formação de um depósito de  $\text{CaCO}_2$ , à superfície: criando um “véu branco” uma concreção cada vez mais espessa. Acarretando o empobrecimento dos estratos preparatórios que perdem uma parte do  $\text{CaCO}_3$  que assegura a coesão entre os minerais presente.

Se este factor não é tido em linha de conta, os resultados relativos ao teor de ligante, e ao traço da argmassa não são necessariamente os da sua configuração original, existindo “perdas” deste composto.

Conclui-se com este estudo que as amostras são de argmassas com ligante de cal e agregado siliciosos: areia siliciosas e fragmentos e pó de cerâmica. E que estas, realizadas num intervalo de tempo balizado, deverão ter tido a mesma tradição nas formulações, visto que os traços identificados são muito semelhantes: 70%-30% (em massa) de agregado e ligante respectivamente 80%-20% para a CON4.

Os fragmentos cerâmicos foram adicionados para conferir uma reacção pozolânica entre as partículas de cerâmica e a cal. Os fragmentos maiores parecem ter como função principal introduzir ar na argamassa, interferindo com o sistema poroso da mesma e potenciando uma mais eficiente carbonatação. A análise térmica realizada confirma que a carbonato de cálcio, ao se decompor a temperaturas tão elevadas (600-730°C) revela a presença de calcite espática (como depois é confirmado através das lâminas delgadas). As matérias foram produzidas a baixas temperaturas pois os grãos de calcite são visíveis na matriz da argamassa, sugerindo falta de temperatura adequada para a extinguir.

### - S.Cucufate e Mértola (AAVV, 2005)

Com o intuito de procurar elementos que confirmassem, ou não, a utilização de materiais com características similares nos diferentes locais de estudo, foram colhidas oito amostras de argamassas da época romana, com diferentes funcionalidades e características, em três sítios arqueológicos em Portugal. Na estação de Tróia foram colhidas duas amostras das argamassas de revestimentos (*opus signinum*) das sepulturas de mesa (sepulturas N° 56 e 57)

**Análise macroscópica :** as amostras apresentavam-se bastante contaminada à superfície com uma patina biológica verde, com uma cor rosada e elevada coesão. Visualizavam-se nódulos de cal e o agregado – fragmentos de cerâmica – bastante grosseiros.

**Através da DRX,** os minerais identificados foram o quartzo, feldspatos, mica, calcite, e hematite, pertencentes globalmente à areia e ao ligante. Assim, e de acordo com esta composição, conclui-se que esta é uma argamassa de cal aérea com agregados siliciosos e cerâmicos.

A caracterização microstrutural feita por microscopia óptica revelou que a mostra 56 possuía um aspecto muito compacto, embora fosse muito porosa e heterogénea. Eram visíveis numerosos agregados cerâmicos, muito variados em tamanho e na cor, e em menor quantidade que o outro tipo de agregado silicioso.

O ligante apresentava uma cor clara; verificou-se uma camada superficial muito fina, na qual o ligante exibia uma tonalidade mais cinzenta. Identificaram-se algumas fissuras.

Os resultados obtidos através da análise Química revelaram a presença dos seguintes elementos : cálcio, ferro, magnésio, potássio, sódio, alumínio, cloro e enxofre.



Tal como era de esperar o teor mais elevado diz respeito ao CaO, já que a argamassa tem como ligante, cal aérea. Este teor pode ser traduzido para CaCO<sub>3</sub> vindo= 25,02%.

Composição da argamassa: RI e SA

**Quadro XV - Composição química das amostras de argamassa das sepultura N°56 e N°57**

% Areia siliciosa e agregado cerâmico	% carbonatos	% Fração solúvel
67	25	8
70	23	7

**TG:** % CaCO<sub>3</sub> = 17,27%

**Apreciação geral dos resultados gerais (com as outras argamassas de S.Cucufate e Mértola):**

De modo a facilitar a apreciação geral dos resultados obtidos ao longo deste trabalho apresenta-se um quadro resumo que contempla os seguintes parâmetros : identificação das diferentes argamassa, a sua localização, tipos de ligante presente em cada argamassa.

**Quadro resumo XVI**

Identificação das amostras		Localização	Resultado da caracterização	
			Tipo de ligante	Tipo de agregado
S.Cucufate	SC1	Revestimento – parede N: tanque Nascente	Cal aérea Hidratada	Silicioso e cerâmico
	SC2	Enchimento-parede acida- estrutura de habit.		Silicioso
	SC3	Enchimento-parede-janela Capela		
Mértola	Mr1	Interior Lanternin-Quadrícula G2 – nível 63	Cal aérea Hidratada	Silicioso
	Mr2	Criptopórtico – camada subjacente		
	Mr3	Criptopórtico		Silicioso e cerâmico
Troia	Sep.56	Revestimento – sepultura - exterior	Cal aérea Hidratada	Silicioso e cerâmico
	Sep.57	Revestimento – sepultura - exterior		

Da análise do quadro pode-se concluir, tal como se observa, que foram utilizados ligante de cal aérea e agregados de natureza siliciosa e cerâmica. A incorporação de cerâmica nas argamassa, material de carácter pozolânico que reconhecidamente confere uma certa hidraulicidade às argamassa de cal, pode estar na origem da elevada durabilidade evidenciada pelas amostras analisadas. Verifica-se ainda que este tipo de agregados foi incorporado nas argamassas sempre que estas, atendendo à sua localização e finalidade, estariam em contacto com a água.

**Quadro XVII**

Identificação das amostras		Tipo de agregado	Resultado da caracterização	
			Granulometria	Produtos de reacção/alteração
S.Cucufate	SC1	Silicioso e cerâmico	Predominância difracção >5,0mm	Vaterite, carboaluminato de cálcio hidratado e colonizações biol.
	SC2	Silicioso	Bem distribuída por todas as fracções <5,0 mm	Gesso + halite Gesso
	SC3			
Mértola	MR1	Silicioso	Predominância da fracção >5,0mm	Carb.aluminato de cálcio hidratado
	MR3		Predominância da fracção >0,630-0,315mm	
	MR2	Silicioso e cerâmico	Bem distribuída por todas as fracções	Colonização biológica Carb.aluminato de cálcio hidratado

Verifica-se que, na maioria das argamassas estudadas, existe uma boa distribuição granulométrica. Este facto, em conjunto com o tipo de agregado utilizado, poderá ter sido determinante no bom comportamento apresentado pelas várias argamassas.

Em quase todas as argamassas foi detectada a presença de compostos que provêm de reacções de degradação: cloretos, sulfatos e carbonatos de cálcio, resultantes de ataques por agentes agressivos provenientes do meio onde estas se encontravam inseridas e expostas. No entanto, a presença destes agentes nas argamassa estudadas é muito baixa, indiciando que ocorreu pouca degradação ao longos dos séculos.