

The background of the cover is a photograph of a laboratory. On the left, a wall is made of rough, textured earth with a vertical strip of yellowish-brown plaster. To the right, a doorway leads into a room with white walls. Several wooden shelves are mounted on the wall, filled with numerous glass jars and bottles of various colors (red, orange, yellow, green, blue). In the foreground, a large, dark, irregularly shaped object, possibly a piece of equipment or a specimen, is partially visible.

Materiais históricos: entre tradição e inovação

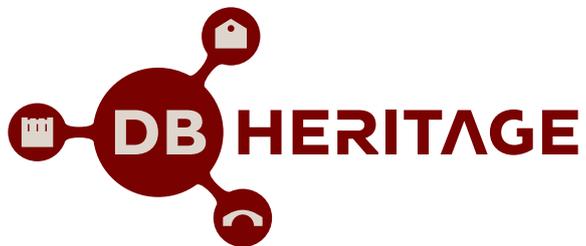
Editores

Marluci Menezes & António Santos Silva

Organização



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Materiais históricos: entre tradição e inovação

resumos e apresentações

Lisboa | LNEC
4 dezembro 2019

Editores

Marluci Menezes & António Santos Silva

Organização



Aviso Legal

A qualidade científica e os conteúdos das comunicações são da inteira responsabilidade dos respetivos autores. O editor não aceita qualquer responsabilidade pela informação contida nas comunicações inseridas na presente publicação.

Nos termos legais em vigor, é expressamente proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, no seu todo ou em parte, não podendo ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou processo eletrónico, mecânico ou outros, incluindo cópia, sem autorização expressa do editor.

Fotografia da capa, autoria de Milene Gil

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.
Divisão de Divulgação Científica e Técnica
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA
e-e: livraria@lnec.pt
www.lnec.pt

Editor: LNEC

Coleção: Reuniões Nacionais e Internacionais

Série: RNI 106

1ª edição: 2020 (pdf)

Descritores: Material de construção / Conservação de materiais / Conservação de património / Património cultural / Património arquitetónico / Património arqueológico / Património histórico / Congresso / PT

Descriptors: Construction material / Materials conservation / Heritage conservation / Cultural heritage / Architectural heritage / Archeological heritage / Historic heritage / Congress / PT

CDU 691.620.197(063)(469)

624.059.3(063)(469)

ISBN 978-972-49-2311-6

prefácio

A caracterização dos materiais históricos e a identificação do respetivo estado de conservação engloba um corpus de conhecimento teórico, prático e metodológico essencial para a conservação e o restauro do património cultural arquitetónico e arqueológico. Refletir sobre os materiais históricos para intervir no património requer, pois, contemplar a variedade de materiais a partir das suas múltiplas facetas, reivindicando uma perspetiva pluri e interdisciplinar na elaboração do conhecimento científico. Requer também aprofundar o estudo das tecnologias e materiais tradicionais, o que contribui para densificar o campo de conhecimento sobre o património e, cientificamente, definir os requisitos de compatibilidade e eficiência dos novos materiais, paralelamente colaborando para a salvaguarda do saber técnico tradicional.

O presente livro reúne os resumos das comunicações e respetivas apresentações realizadas no Workshop “Materiais históricos: entre tradição e inovação”, ocorrido em Lisboa, nas instalações do LNEC, no dia 4 de dezembro de 2019. Este Workshop (<http://db-heritage.lnec.pt/workshop/index.html>) visou proporcionar um campo de reflexão sobre os materiais de construção empregues no património cultural arquitetónico e arqueológico que, em conjunto com a tradição e a inovação, evocam saberes, culturas, técnicas de construir e de aplicar que urge conservar e salvaguardar.

O Workshop, que foi organizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC – www.lnec.pt/), insere-se num conjunto de atividades que foram desenvolvidas no âmbito do Projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial – <http://db-heritage.lnec.pt/>), que teve o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (refª PTDC/EPH-PAT/4684/2014) e do Projeto DUR-HERITAGE (Durabilidade e conservação de materiais com interesse histórico), do Plano de Investigação e Inovação 2013-2020 do LNEC. Nestes projetos, para além de vários Investigadores do LNEC, colaboraram também representantes da Universidade de Aveiro, Universidade de Évora e Universidade Nova de Lisboa.

Na preparação do Workshop colaboraram ainda representantes de outras instituições com atividade no campo do património, designadamente o Museu da Pedra do Município de Cantanhede, NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda., a Associação da Calçada Portuguesa, Câmara Municipal de Lisboa e o Museu Municipal de Palmela.

Uma palavra final de agradecimento a todos os que permitiram a realização do Workshop “Materiais históricos: entre tradição e inovação”.

índice	Projeto DB-HERITAGE: Objetivos e enquadramento	3
	<i>António Santos Silva, Químico, LNEC</i>	
	Saberes e materiais que constroem e decoram	
	O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos	15
	<i>Maria João Correia, Química, LNEC</i>	
	O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Ligas de cobre	23
	<i>Isabel Rute Fontinha, Engenheira Química, LNEC</i>	
	Construir e decorar: a utilização das rochas no património e os desafios da sua preservação	37
	<i>Dória Costa, Geóloga, LNEC</i>	
	Fabrico tradicional de cal no concelho de Cantanhede – perspetivas	53
	<i>Carlos Gregório, Técnico Superior, Museu da Pedra do Município de Cantanhede</i>	
	Inspecção, diagnóstico e reabilitação de estruturas antigas de madeira	73
	<i>Tiago Ilharco, Engenheiro Civil, NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, APRUPP</i>	
	A cerâmica e o contexto local	137
	<i>Ana Velosa, Engenheira Civil, Universidade de Aveiro</i>	
	Argamassas tradicionais de cal - A influência do fator humano	151
	<i>Maria do Rosário Veiga, Engenheira Civil, LNEC</i>	
	Contributo das ciências exatas para o conhecimento das técnicas e dos materiais – exemplos de revestimentos históricos	167
	<i>António Santos Silva, Químico, LNEC</i>	
	Da descoberta da matéria à criação de saberes	
	Relembrar uma herança cultural: pigmentos em terra e indústrias de terra coradas em Portugal (sécs. XVIII ao XX)	185
	<i>Milene Gil, Conservadora-Restauradora, Laboratório HERCULES da Universidade de Évora</i>	
	Calçada artística portuguesa: a imaterialidade da materialidade	189
	<i>António Miranda, Historiador, Associação da Calçada Portuguesa / Câmara Municipal de Lisboa (CML)</i>	
	Saberes, fazeres e executores numa fábrica de azulejo	213
	<i>Sílvia Pereira, Química, LNEC / Laboratório Hércules-UE & Marlucci Menezes, LNEC</i>	
	O apelativo Caramelo no Pinhal Novo (concelho de Palmela): dos caboucos à Festa	227
	<i>Teresa Sampaio, Antropóloga, Museu de Palmela</i>	
	A terra e quem a trabalha	241
	<i>Paulina Faria, Engenheira Civil, FCT-UNL</i>	
	Dispositivos de recolha, armazenamento e divulgação de saberes	
	Coleta, registo e arquivo do saber-fazer tradicional: conquistas e desafios	261
	<i>Marlucci Menezes, Antropóloga, LNEC</i>	
	DB-HERITAGE: Ferramenta para o registo sistematizado dos dados relativos à história, propriedades e desempenho dos materiais	273
	<i>António Santos Silva, Químico, LNEC</i>	



projeto DB-HERITAGE





DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

PROJETO DB-HERITAGE:
Objetivos e Enquadramento

António Santos Silva, LNEC
ssilva@lneec.pt

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

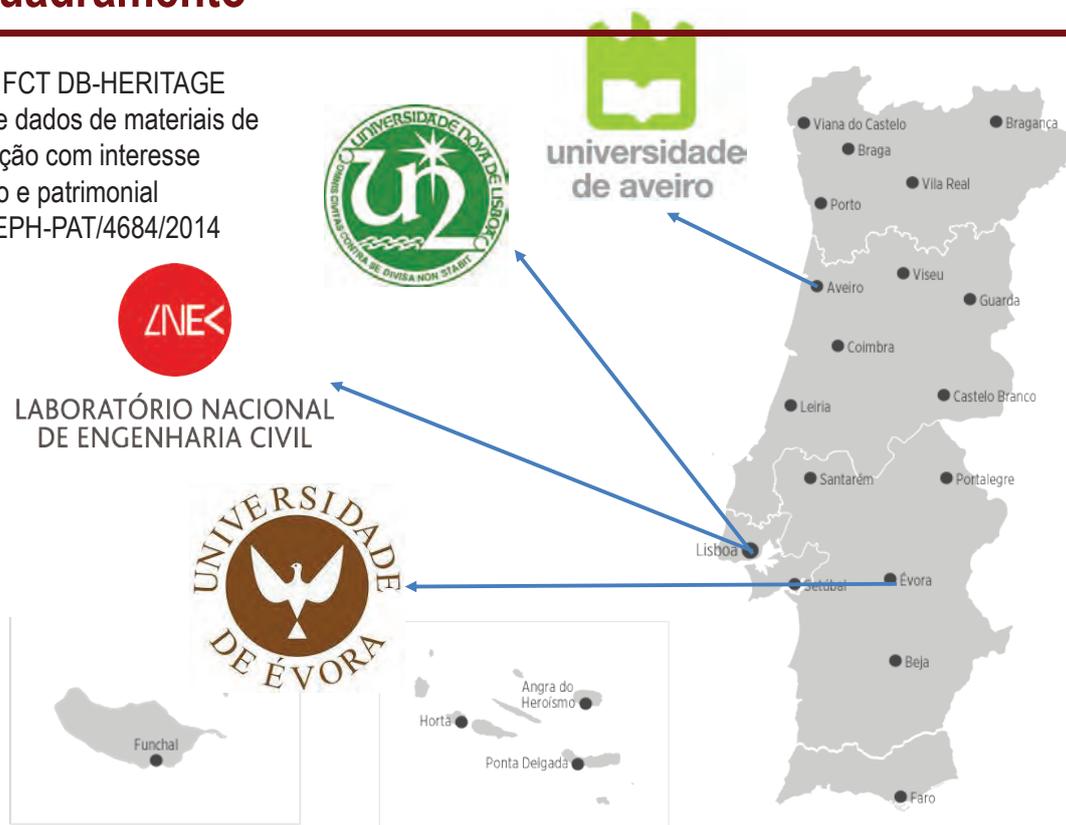
Enquadramento



As **intervenções** de conservação e restauro no **património histórico e arquitetónico** necessitam da **avaliação dos materiais** (ex: pedra, argamassas, betões, tintas, cerâmicos, metais e madeira) e do respetivo **estado de conservação**, como base à elaboração de **recomendações** relativas ao **plano de intervenção e aos materiais e técnicas a aplicar**.

Enquadramento

Projeto FCT DB-HERITAGE
Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial
PTDC/EPH-PAT/4684/2014



Objetivos PRINCIPAIS

- Disponibilização de um **repositório de amostras e dados** para estudo e consulta
- **Compilação de informação** acerca dos **materiais de construção** utilizados em Portugal ao longo do tempo

Estrutura do projeto

GT1. Base de dados Coordenação Dr. António Santos Silva & Dra. Maria João Correia		
GT2. Pedra Coordenação Dra. Dória Costa	GT3. Terra Coordenação Profª Dra. Paulina Faria	GT4. Argamassas e Revestimentos Coordenação Engª Rosário Veiga
GT5. Cerâmica Coordenação Profª Dra. Ana Velosa	GT6. Metais Coordenação Engª Rute Fontinha	GT7. Betões Coordenação Eng.º Manuel Vieira
GT8. Madeira Coordenação Dra. Lina Nunes	GT9. Pintura Coordenação Prof. Dr. António Candeias	GT10. Saberes Tradicionais Coordenação Prof. Dr. Themudo Barata
GT11 . Divulgação e apresentação dos resultados Coordenação Dr. António Santos Silva		

TAREFAS - síntese

1. Base de dados de materiais de construção com interesse histórico, propriedades e desempenho; coordenação António Santos Silva & Maria João Correia



Fonte: <https://www.portalgsti.com.br/2013/01/material-completo-de-banco-de-dados-para-download-gratis.html>

- Construir e gerir o repositório, tendo em conta as precauções específicas necessárias para manusear e preservar os diferentes materiais
- Desenvolver uma ferramenta informática para suportar a gestão do repositório visando sistematizar os dados sobre a história dos materiais, propriedades e desempenho
- Desenvolver uma interface personalizada para o acesso aos dados por parte dos utilizadores finais, abordando todas as questões relevantes no contexto histórico dos materiais de construção

TAREFAS - síntese

2. Inventariação, recolha e informação sobre materiais históricos pétreos – coordenação Dória Costa

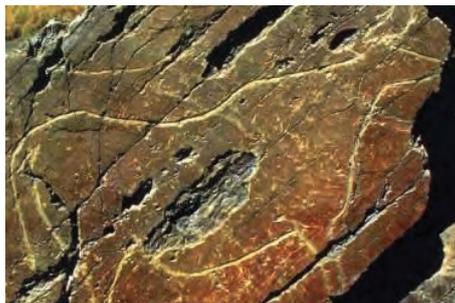
- Compilação da informação bibliográfica existente sobre a utilização dos *materiais pétreos*
- Recolha de amostras em:
 - a) Edifícios classificados;
 - b) Estruturas de interesse publico; Castelos; Fortes; ...
- Arquivo de amostras

Edificações simbólicas



Cromeleque dos Almendres, Évora

Material de suporte de expressão artística



Gravuras do Paleolítico, Coa

Material de construção



Sé catedral, Lisboa

TAREFAS - síntese

3. Inventariação, recolha e informação sobre materiais terrosos – coordenação Paulina Faria

- Recolha, análise e sistematização da informação bibliográfica sobre construções com terra em Portugal desde a pré-história até meados do séc. XX



- Obtenção de informação/caracterização em falta (zonas do país, tipologias construtivas)



- Arquivo das amostras selecionadas

TAREFAS - síntese

4. Inventariação, recolha e informação sobre argamassas e revestimentos – coordenação Rosário Veiga

Sistematização da informação sobre os tipos de argamassas, revestimentos e estuques em Portugal

- Recolha, análise e sistematização da informação bibliográfica sobre argamassas históricas em Portugal
- Sistematização das amostras físicas existentes passíveis de colocar na Base de Dados
- Recolha e acondicionamento das amostras em arquivo



TAREFAS - síntese

5. Inventariação, recolha e informação sobre materiais cerâmicos – coordenação Ana Velosa



- Informação geral sobre materiais cerâmicos, nomeadamente:
 - Constituintes; localização das matérias-primas; tecnologias de produção
 - Composição genérica dos materiais cerâmicos (tijolos, telhas, azulejos)
 - História dos materiais cerâmicos: evolução da composição e tecnologia
- Recolha e arquivo de amostras



TAREFAS - síntese

6. Inventariação, recolha e informação sobre materiais metálicos – coordenação Rute Fontinha

- Sistematização de dados de estudos do LNEC/parceiros e arquivo de amostras



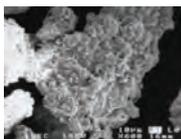
Amostras de pátinas



Imagem SEM – patina bronze



Patina de bronze (MO)



Amostras de pontes



Ferro pudlado (MO)

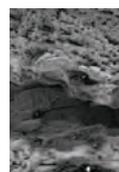


Imagem SEM de Fratura num ferro pudlado

- Pesquisa em bases de dados nacionais e de empresas
- Recolha e estudo de amostras em novos casos de valor patrimonial ou interesse histórico/científico seja considerado relevante no âmbito do projeto



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

TAREFAS - síntese

7. Inventariação, recolha e informação sobre betões – coordenação Manuel Vieira

- Recolha e sistematização de dados de estruturas de betão, incluindo uma avaliação sumária do estado de degradação das estruturas em que foram recolhidas amostras
- Caracterização das amostras, incluindo a composição mecânica, física, mineralógica e química
- Arquivo de amostras



http://crpbg.apambiente.pt/gr_barragens/goportugal/Bemposta.htm



<http://2015.openhouselisboa.com/en/places/igreja-de-nossa-senhora-do-rosario-de-fatima-4/>



<http://diailiasilvex.blogspot.pt/2013/12/ponte-vasco-da-gama-ponte-da-nossa.html>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

TAREFAS - síntese

8. Inventariação, recolha e informação sobre madeira – coordenação Lina Nunes

- Inventariação, recolha e análise de informação relativa à utilização de madeiras em edifícios



<http://naturlink.pt/article.aspx?menuid=7&cid=3250&bl=1&viewall=true>

- **Degradação da madeira**

Recolha de informação sobre agentes biológicos de degradação da madeira em Portugal, com particular ênfase na elaboração de mapas de distribuição de insetos das espécies mais relevantes

TAREFAS - síntese

9. Inventariação, recolha e informação sobre materiais de pintura – coordenação António Candeias

- Recolha e sistematização de dados de estudos realizados, bem como a organização de um arquivo com as amostras recolhidas nesses estudos e nas intervenções de conservação
- Informações gerais sobre materiais de pintura, incluindo pigmentos e aglutinantes
- Recolha de novos dados e amostras em construções vernáculas e monumentos cujo valor patrimonial ou interesse histórico/científico. Organização e sistematização desses novos dados e amostras



Fonte: <http://familyportugal.com/familia-hereditaria/palacio-nacional-da-pena-in-sintra/>

TAREFAS - síntese

10. Importância histórica e sociológica dos materiais e técnicas de construção – coordenação Filipe Themudo Barata

- Recolha e sistematização de dados documentais e históricos sobre fontes de materiais e técnicas de construção tradicionais.
- Entrevistas com artesãos e consultas a populações locais serão realizadas para recolha oral de conhecimento.
- Desenvolvidos e organizados Workshops Temáticos durante o projeto DB-HERITAGE com o objetivo e finalidade de partilhar e difundir conhecimentos e materiais tradicionais



<https://sites.google.com/site/amigosterraborba/1-borba/14-patrimonio-cultural/1-forno-de-cal--a-festas>



http://www.oficinasdoconvento.com/?page_id=5134



<http://domusmater.blogs.sapo.pt/>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

TAREFAS - síntese

11. Arquivo repositório, divulgação e apresentação dos resultados – António Santos Silva

- Difundir os resultados obtidos no projeto entre as partes interessadas no património construído.
- Criação de um arquivo repositório de materiais de construção históricos
- Criação de uma base de dados digital das características dos materiais de construção históricos portugueses. Esta base de dados será facilmente atualizada com novas informações de outros materiais e/ou estruturas edificadas



<http://www.creativeequals.org/training-workshops/>



<https://www.linkedin.com/topic/base-dados>



<https://www.keep.pt/mercados/arquivos/>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

MAIS INFORMAÇÕES EM <http://db-heritage.lnec.pt/>



The screenshot shows the DB-HERITAGE website interface. At the top, there's a navigation menu with options: Projeto, Grupos de trabalho, Equipa, Eventos, Publicações, Links, Contactos, Arquivo de amostras, and Base de Dados. The main content area features a red header for the 'Workshop' section, followed by the FCT logo (Fundação para a Ciência e a Tecnologia), the LNEC logo (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), and logos for the University of Aveiro and the University of Évora. The text of the announcement is as follows:

Workshop Materiais históricos (+info.) | ENCORE 2020 (+info.) | "Recomendações para a recolha de amo:

O projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial - PTDC / EPH-PAT / 4684/2014) apresenta como estratégia de desenvolvimento e de inovação a preservação da informação e do valor histórico dos materiais.

MOTIVAÇÃO

A caracterização dos materiais e do seu respetivo estado de conservação, são etapas fundamentais para a elaboração de recomendações relativas ao plano de intervenção e aos materiais e técnicas a aplicar em intervenções de conservação e restauro, em particular do património histórico e arquitetónico. Existe uma grande quantidade de informação dispersa sobre a caracterização física, química e mecânica de materiais, dos processos de deterioração e das necessidades de conservação. A preservação e livre disponibilização desses dados serão úteis a vários níveis, e têm consideráveis benefícios sociais decorrentes do seu valor histórico e didático.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A photograph showing a doorway into a room. The walls are made of textured, earthy material, possibly mud or plaster, with some areas painted in shades of orange and yellow. The room beyond the doorway has a white wall and several wooden shelves filled with numerous small, colorful jars and containers. A wooden door is partially open on the right side of the doorway.

**saberes e materiais que
constroem e decoram**



O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos

Maria João Correia – Química, LNEC

mjmcorreia@lneec.pt

resumo A utilização de materiais ferrosos no setor da construção metálica, especialmente em funções estruturais, mas também em elementos decorativos, registou um progresso determinado pela evolução dos processos siderúrgicos. O estado do conhecimento e do desenvolvimento tecnológico originaram, ao longo dos tempos, uma grande diversidade das características dos materiais, especialmente daqueles que compõem as estruturas antigas.

Atualmente a aplicação destes materiais no setor da construção, em particular em elementos estruturais, tem exigências várias incluindo confiabilidade, segurança, eficiência, robustez e durabilidade, ou seja, a sua utilização deverá ser baseada num sólido conhecimento, das suas características e respetivo desempenho. A melhoria de conhecimento que advém da caracterização dos materiais ferrosos, contextualizada histórica, geográfica e funcionalmente, permitirá também fundamentar a definição de requisitos e de especificações necessários à otimização da gestão da conservação, reparação ou reabilitação destas estruturas. Neste contexto, são especialmente relevantes a identificação e caracterização do tipo de materiais originais, a avaliação do seu estado de conservação, a análise da adequabilidade dos novos materiais às funções previstas e, em particular, o estudo da sua compatibilidade com os materiais originais.

Muito frequentemente é necessário utilizar uma abordagem forense para caracterizar o material original, adaptando os métodos de ensaio e a ciência à especificidade de cada objeto de estudo, que à partida se desconhece, assistindo-se normalmente a um processo de validação e racionalização de saberes que contribuem também para o progresso tanto dos processos industriais como das práticas construtivas.



Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

O SABER E A CIÊNCIA NA CONSERVAÇÃO DOS MATERIAIS METÁLICOS

Materiais ferrosos

Maria João Correia
mjmcorreia@lnecc.pt

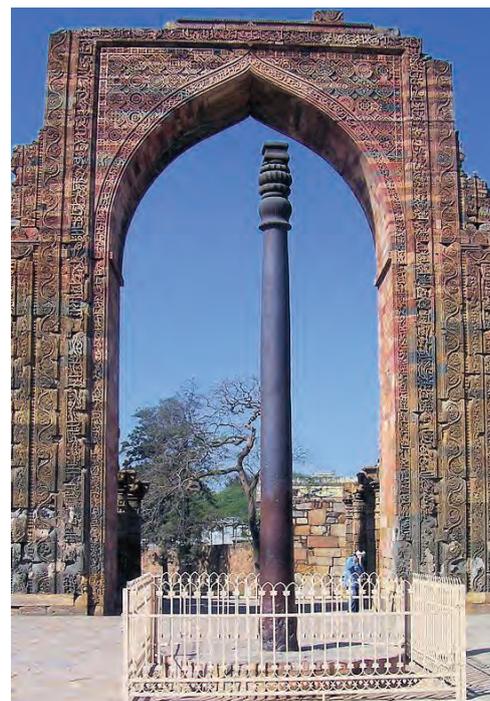
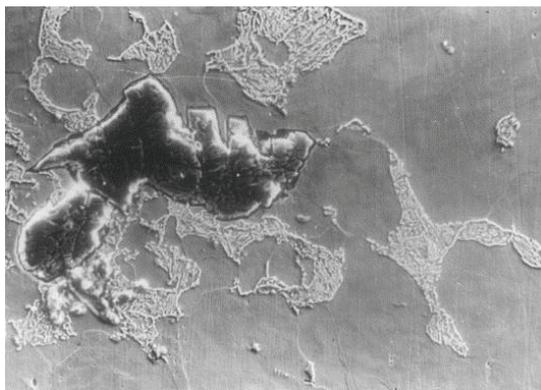
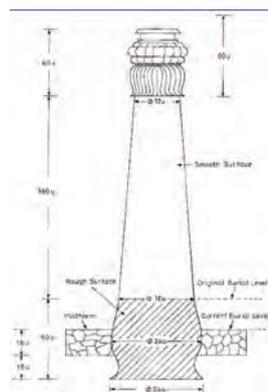
O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos



Abordagem forense para caracterizar o material, adaptando os métodos de ensaio e a ciência à especificidade de cada objeto de estudo, assistindo-se normalmente a um processo de validação e racionalização de saberes, que contribuí para o progresso (processos industriais e práticas construtivas).

O SABER E A CIÊNCIA

Pilar em Déli



- **Material** – Química e tempo/procedimentos de manufatura
 - camada de óxidos (estrutura similar aço patinável)
 - cinética das reações
- **Ambiental** - Características ambientais locais (RH < 70%)
 - qualidade da camada protetora
- Manteiga purificada - cerimoniais

Anantharaman T R, The Rustless Wonder- A Study of the Iron Pillar at Delhi, Vigyan Press, New Delhi, 1996.

B Prakash, Indian Journal of History of Science, 46.3 (2011) 381-410

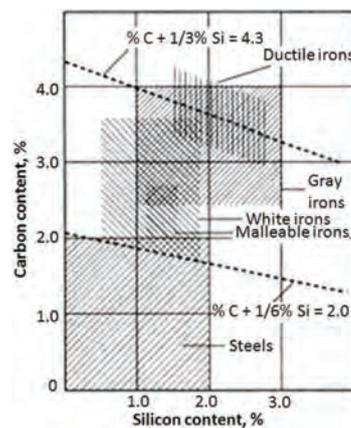
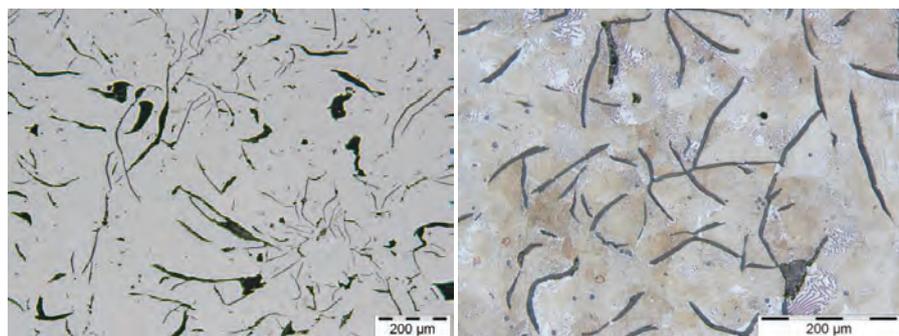
R. Balasubramaniam, Cor. Sci. 42 (2000) 2103-2129

Balasubramaniam, R. JOM (1998) 50: 40.

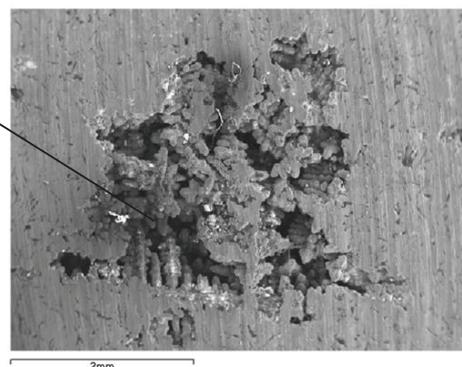
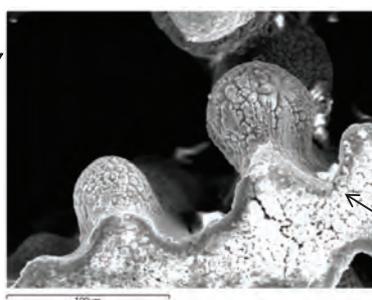


1600 anos – Período Gupta (320 a 495)
https://en.wikipedia.org/wiki/Iron_pillar_of_Delhi

FERRO FUNDIDO



Defeitos
Deterioração



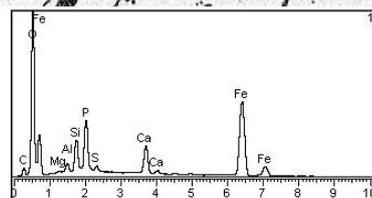
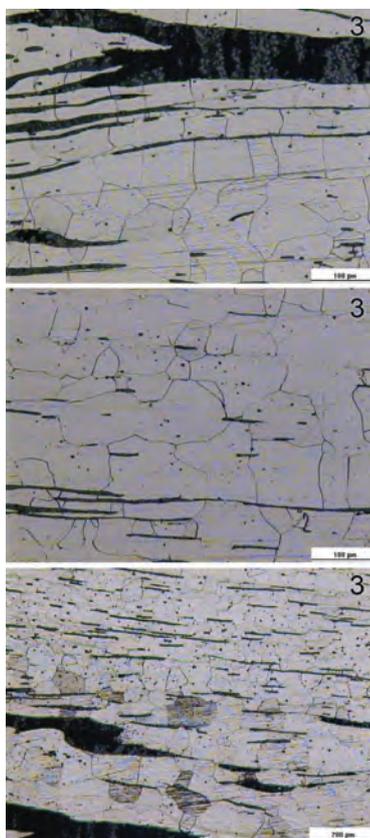
Correia, M. J., Perneta, H. & Salta, M. M. 2012. DURATINET Technical guide - Maintenance and repair of transport infrastructures: Part III - Steel structures, Vol 1 - Durability factors and requirements, 1ª ed., LNEC, Lisbon. ISBN 978-972-49-2237-9.

ISO 185:2005 Grey cast irons – Classification
ISO/TR 10809-1:2009 - Cast irons -- Part 1: Materials and properties for design

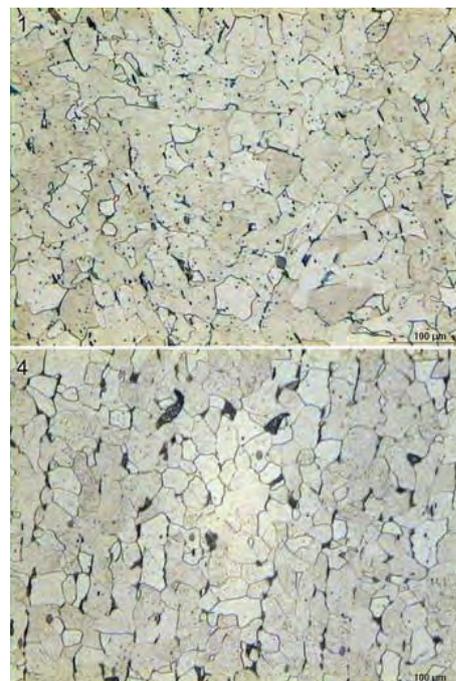


Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

FERRO PUDELADO



AÇOS ANTIGOS



Correia, M. J., Perneta, H. & Salta, M. M. 2012. DURATINET Technical guide - Maintenance and repair of transport infrastructures: Part III - Steel structures, Vol 1 - Durability factors and requirements, 1ª ed., LNEC, Lisbon. ISBN 978-972-49-2237-9.
Correia M.J., Batista A.M., "Química e microestrutura de materiais estruturais utilizados na origem da construção metálica", Construção Magazine, nº67 – maio/junho 2015, p. 44-4

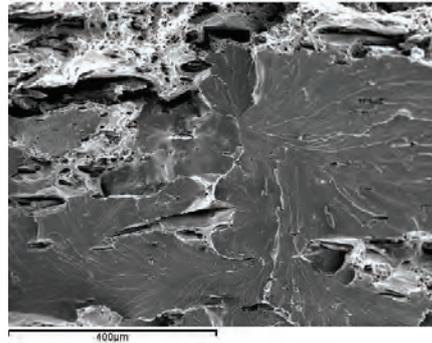


Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

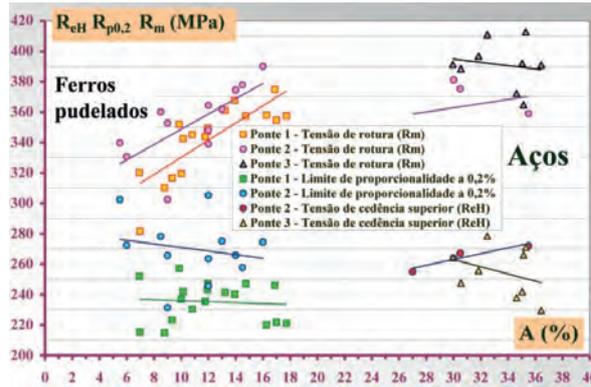
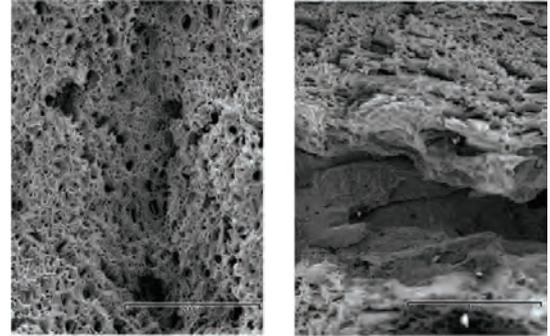
O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos

FRATOLOGIA

Análise de falha



Deformação plástica significativa ou mínima – dúctil ou frágil
Mecanismos de rotura



Grande diversidade de características químicas e microestruturais, atribuíveis ao processo de produção: Bessemer – N e P altos; Thomas – N alto, P e S baixos; Siemens-Martin – aços “limpos”.

O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos

MATERIAIS



- **Materiais adequados / Qualidade**
 - Desempenho, confiabilidade e segurança
 - Redução de impactos sociais, ambientais e económicos – **sustentabilidade**
 - Adaptabilidade e robustez – **resiliência**

- **Ciclo de vida dos materiais**
 - Dados consistentes, reprodutíveis e comparáveis
 - Acrescentar valor ao processo construtivo
 - Tomada de decisões informada

M. J. Correia, M. M. Salta; Durabilidade de ligas ferrosas na sustentabilidade e resiliência da construção; 4º Congresso Nacional sobre Segurança e Conservação de Pontes - ASCP2015, 25 e 26 junho, 2015.



CONSTRUÇÃO



Deterioração

- Desempenho
- Confiabilidade
- Segurança

Durabilidade

- Especificações
- Qualidade
- Materiais
- Práticas harmonizadas



- Preservação de um ambiente construído seguro, robusto e sustentável
 - Mitigar / prevenir a deterioração
 - Conhecimento e capacidade de previsão da evolução da deterioração

CORROSÃO

Formas de corrosão (aparência do dano/mecanismo de deterioração)



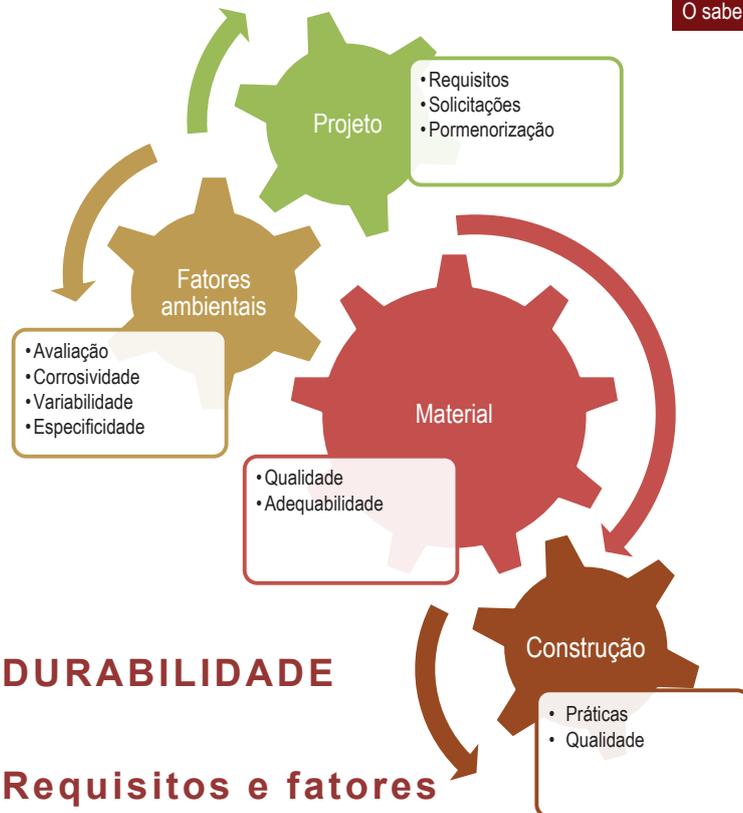
FADIGA



Correia, M. J. et al. 2012. DURATINET Technical guide - Maintenance and repair of transport infrastructures: Part III - Steel structures, Vol 2 - Deterioration, 1st ed., LNEC, Lisbon. ISBN 978-972-49-2237-9.



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



- **Características de exposição locais**
 - Classificação da corrosividade ambiental
 - Variedade de condições e agressividade
 - Avaliação pormenorizada / soluções específicas
- **Pormenorização - projeto**
 - Configurações geométricas
 - Ligações bimetalicas
 - Natureza das ações mecânicas atuantes
 - Drenagem, limpeza e acessos
- **Construção**
 - Práticas construtivas
 - Qualidade
 - Qualificação de pessoal
 - Inspeção
 - Aplicação de medidas corretivas
- **Materiais**
 - Processo produtivo
 - Caracterização
 - Seleção adequada às solicitações
 - Compatibilidade

Correia, M. J., Perna, H. & Salta, M. M. 2012. DURATINET Technical guide - Maintenance and repair of transport infrastructures: Part III - Steel structures, Vol 1 - Durability factors and requirements, 1st ed., LNEC, Lisbon. ISBN 978-972-49-2237-9.

Correia, M. J. et al. 2012. DURATINET Technical guide - Maintenance and repair of transport infrastructures: Part III - Steel structures, Vol 2 - Deterioration, 1st ed., LNEC, Lisbon. ISBN 978-972-49-2237-9.



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

REPARAÇÃO / REABILITAÇÃO / CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO

- O património construído constitui um legado histórico significativo que importa preservar. No âmbito da conservação e reabilitação, algumas destas estruturas sofreram, ao longo da sua vida, intervenções de natureza diversa, pelo que incluem, por vezes, elementos estruturais de diferentes tipos de materiais ferrosos.
- A conservação, reparação e reabilitação destas estruturas exige a identificação, caracterização e diagnóstico dos materiais originais, a avaliação da adequabilidade dos novos materiais às funções previstas e, em particular, a análise da sua compatibilidade com os materiais originais. Pode mesmo ser necessário a elaboração de especificações e procedimentos específicos compatíveis com os materiais a reparar ou a reutilizar para satisfazer os requisitos de qualidade.
- Os processos de decisão deverão assim ser baseados no sólido conhecimento das características e vulnerabilidades dos materiais, produtos e sistemas construtivos, uma vez que o seu desempenho é determinado pela sua adequabilidade às condições ambiental e de funcionamento.



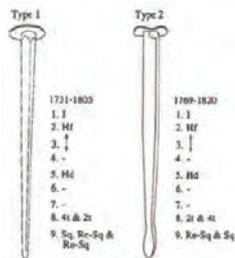
Correia M.J., Batista A.M., Construção Magazine, nº67 – maio/junho 2015, p. 44-45.

M. J. Correia, M. M. Salta; Durabilidade de ligas ferrosas na sustentabilidade e resiliência da construção; 4º Congresso Nacional sobre Segurança e Conservação de Pontes - ASCP2015, 25 e 26 junho, 2015.



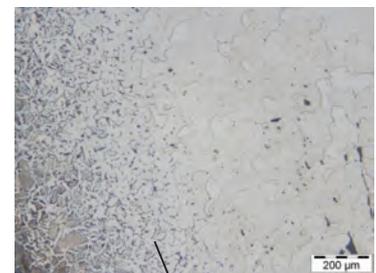
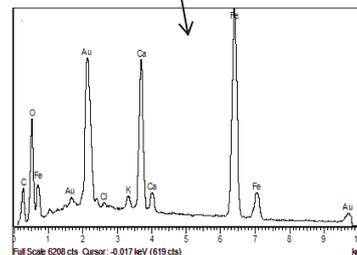
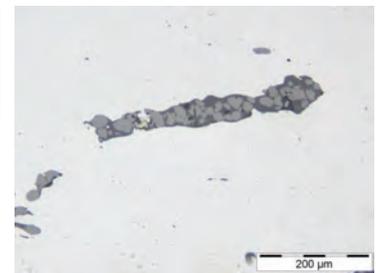
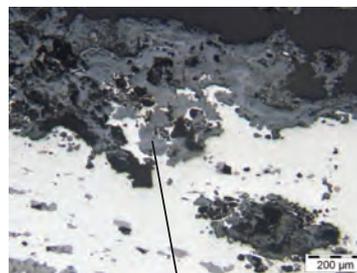
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

CONHECIMENTO NUM PREGO



Wells, T. (1998). Nail chronology: The use of technologically derived features. Historical Archaeology, Vol 32. Society for Historical Archaeology

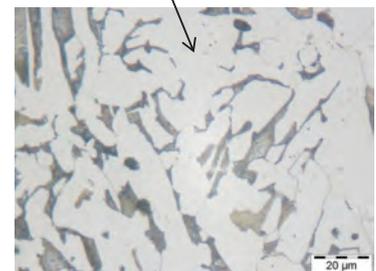
M. Pires (2019). Caracterização de materiais ferrosos em construções antigas. Dissertação de Mestrado. FCT/UNL



A composição química, dada a exígua dimensão da amostra requerida, e a análise macrográfica e microestrutural, que podem ser realizadas de forma não destrutiva, são relevantes para o processo de avaliação.

Estas técnicas permitem:

- identificar o tipo de material e prognosticar determinadas características inerentes ao seu comportamento mecânico, com uma fiabilidade crescente à medida que progride o estado da arte;
- avaliar o seu estado de conservação e apoiar os processos de decisão no que concerne a respetiva reutilização ou conservação;
- auxiliar a datação do histórico de intervenções.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

DESAFIOS DA CIÊNCIA

O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Materiais ferrosos



- Segurança, qualidade, durabilidade, desempenho, sustentabilidade e capacidade adaptativa do património construído.
- Investigação na caracterização e diagnóstico de materiais antigos, integrando a adequação das técnicas de diagnóstico.
- Melhoria do conhecimento sobre a adequabilidade e compatibilidade dos materiais, para que se possa explorar os seus benefícios.
- Desenvolvimento de materiais, técnicas e especificações para a conservação e metodologias de reparação e reabilitação adequadas às necessidades de preservação do património.

O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Ligas de cobre

Isabel Rute Fontinha – Engenheira Química, LNEC

rfontinha@lneec.pt

resumo No âmbito dos materiais de construção empregues no património histórico e arquitetónico, o cobre e suas ligas encontram-se tradicionalmente aplicados com fins decorativos: o cobre (chapa) no revestimento de coberturas/fachadas de edifícios, e as ligas de cobre (bronzes, latões) em elementos decorativos de edifícios e de espaços públicos, nomeadamente, painéis e esculturas (mais comum). Neste contexto, podem estar associados a objetos de património cultural que representam aspetos da história e da cultura nacionais ou locais, preservando a memória de factos e figuras com que as comunidades se identificam, servindo de ponte entre o passado e o presente, que são importantes conservar de forma ativa.

Para o diagnóstico do estado de conservação deste tipo de componentes metálicos e o apoio à decisão sobre a estratégia de conservação, é necessário não só reunir dados científicos sobre os materiais existentes e as suas propriedades, como também obter dados históricos e conhecimentos sobre as técnicas de execução. Nesta apresentação procura-se dar uma panorâmica geral sobre como se interligam os vários tipos de saberes para uma adequada avaliação dos processos de degradação, seleção dos produtos de reparação/proteção e tecnologias de intervenção mais compatíveis na conservação de componentes em ligas de cobre.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

**O SABER E A CIÊNCIA NA
CONSERVAÇÃO DOS MATERIAIS
METÁLICOS**

Ligas de cobre

Isabel Rute Fontinha
rfontinha@lnec.pt



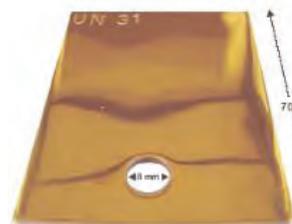
O saber e a ciência na conservação dos materiais metálicos – Ligas de cobre

Cobre e suas ligas

- As **ligas de cobre** mais comuns em arquitetura são:
 - **Bronzes** – ligas Cobre e estanho (Cu-Sn)
 - **Latões** - ligas cobre zinco (Cu-Zn)
 - Ligas Cobre-níquel (Cu-Ni) – especialmente adequadas para ambiente marítimo

Processo de obtenção: fundição

- O cobre é normalmente usado produtos laminados (chapa)



@RuteFontinha

Aplicações em património histórico e arquitetónico

O cobre e ligas de cobre são usadas desde a antiguidade (p. laminados Sec. XVIII. Pico de utilização da Europa no séc. XIX)

O cobre e ligas apresentam várias aplicações em arquitetura, que se devem:

- Elevada durabilidade – elevada resistência à corrosão
- Resistência mecânica
- Leveza (Cobre)
- Maleabilidade – flexibilidade obtenção de formas (Cobre)



(Roma) Séc. II D.C.

<https://www.khanacademy.org/humanities/ancient-art-civilizations/roman/middle-empire/a/questian-sculpture-of-marcus-aurelius>



Wikipedia

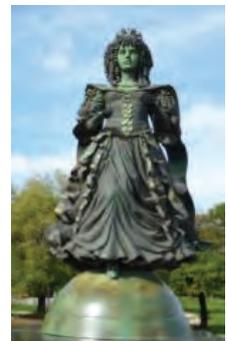
Egipto, 4.500 A.C. Tubagens de cobre foram usadas para drenagem

Aplicações em património histórico e arquitetónico

- Esculturas e estatuária em espaços públicos (Ligas)



@RuteFontinha

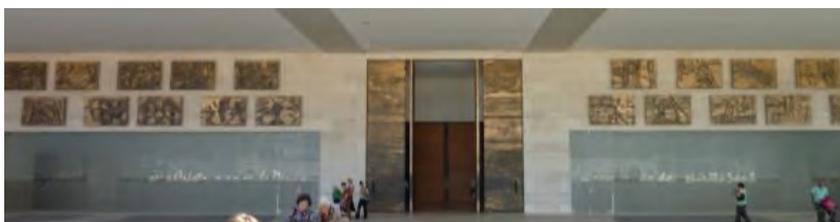


Para além de uma função decorativa representa aspetos da história e da cultura nacionais ou locais que interessa preservar

Ponte entre o
passado e o futuro

Aplicações em património histórico e arquitetónico

- Componentes e elementos decorativos de edifícios e de outras estruturas (ligas)



@RuteFontinha

Aplicações em património histórico e arquitetónico

- Revestimento de coberturas e fachadas de edifícios (Cobre)



@RuteFontinha

Maior aplicação séc.XVIII (países centro europa). Pouco comum em Portugal

Função decorativa e de impermeabilização

Aplicações em património histórico e arquitetónico

- Tubagens para condução de fluidos (água)

Não usado em Portugal



By Hephaestos at en.wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons by SreeBot., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16944545>

Elementos (estatuária) em ligas de cobre – Saber tradicional(?)

- Forma de construção
 - Materiais suporte
- Processos de fundição
 - Combinação dos elementos de liga para obtenção das propriedades certas :
 - Fluidez adequada
 - Função (ex.:sinos, canhões, estátuas)
 - Técnicas: cera perdida, molde areia
- Obtenção de pátinas
 - Composição de produtos para obter a cor certa – receitas próprias

Saber Especializado
(Oficinas)



<https://orfebreajeandroglade.blogspot.com/2017/06/el-arte-de-fundir-esculturas.html>



@RuteFontinha

Saber muito valorizado... Estátua D. José

Classificada como Monumento Nacional.



@RuteFontinha



Inaugurada em 1775, comemorar a reconstrução de Lisboa após o terramoto de 1755. A mais antiga estátua equestre de Portugal.

- *Desenhada por Joaquim Machado de Castro, 1770*
- *Primeira estátua metálica fundida em Portugal (Arsenal do Exército, em 1774, T.G. Bartolomeu da Costa)*
- *Realizada num só vazamento pelo método da cera perdida (38 ton “bronze” vazadas em cerca de 8 min)*
- *Liga Cu – 12%Zn – 2%Sn – 3%Pb (estátua principal)*

Materiais: latão (240 quintais); cobre (280 quintais); “metal dos sinos” (120 quintais);

Machado de Castro- Descrição Analytica da Execução da Real Estátua Equestre do Senhor Rei Fidelissimo D. José I,



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Saber perde-se... ou não é valorizado



@RuteFontinha



@RuteFontinha

Ferro no lugar de bronze



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Saber perde-se... ou é mal compreendido



@RuteFontinha

Fortaleza de Sagres



@RuteFontinha

Caixilharia em latão degradada
(picadas, deszincificação)

Em Latões (Cu-Zn) é necessário usar ligas com pelo menos 1% de estanho (Sn) se o teor de zinco (Zn) for superior a 15% (prevenir o risco de deszincificação)

Ligas de cobre – Materiais duráveis

Saber tradicional...

O cobre e suas ligas excelente resistência à corrosão em diversos meios, podendo ser aplicado sem proteção. Mas ...

- Atmosfera - velocidade de corrosão (Cu) muito baixas a longo prazo
 → Grande longevidade, mesmo em atmosferas poluídas $CX_{20anos} max.corr=74 \mu m$ (ISO9226)



Óxidos

Sulfatos, Carbonatos



Pátinas com valor estético

- Reage com o O_2 (e o CO_2) da atmosfera formando uma **camada protetora** de **óxidos e carbonatos básicos** de cobre, que **inibe a progressão da corrosão** ao longo do tempo.

- Em ambiente **urbano/ industrial** formam-se também **sulfatos básicos** de cobre, menos protetores mas que também **reduzem a progressão da corrosão** ao longo do tempo

Ligas de cobre – Materiais duráveis

Saber tradicional...

O cobre e suas ligas excelente resistência à corrosão em diversos meios, podendo ser aplicado sem proteção. Mas ...

- Atmosfera - velocidade de corrosão (Cu) muito baixas a longo prazo
 ➔ Grande longevidade, mesmo em atmosferas poluídas $CX_{20anos} max.corr=74 \mu m$ (ISO9226)



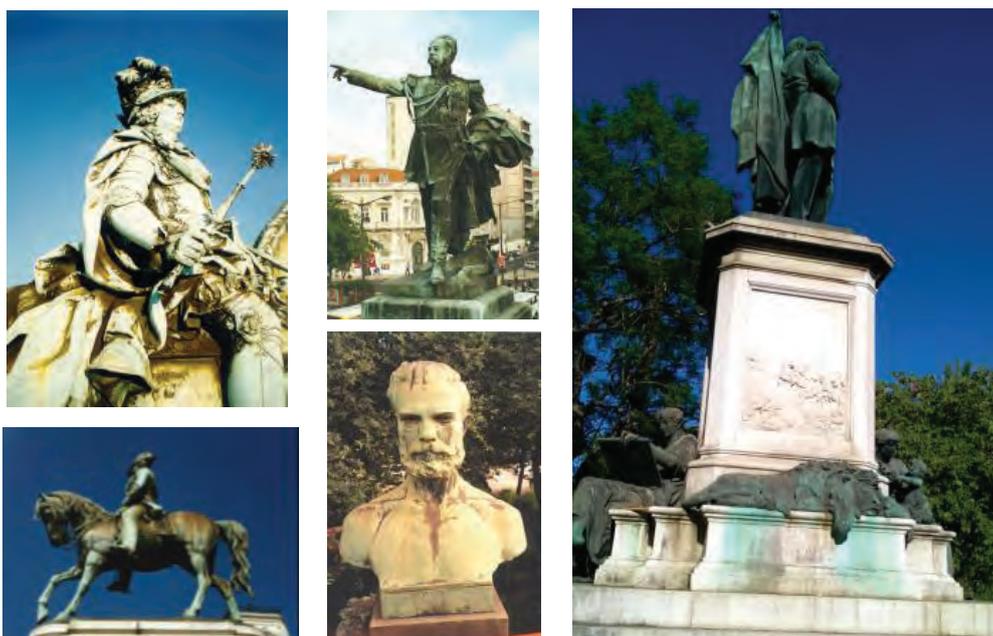
- Reage com o O_2 (e o CO_2) da atmosfera formado uma **camada protetora** de **óxidos e carbonatos básicos** de cobre, que **inibe a progressão da corrosão** ao longo do tempo.

- Em ambiente **urbano/ industrial** formam-se também **sulfatos básicos** de cobre, menos protetores mas que também **reduzem a progressão da corrosão** ao longo do tempo

- Em ambiente **marítimo** podem formar-se ainda **cloretos** de cobre, menos protetores, não inibem a **corrosão**, que progride de uma **forma constante** – **corrosão localizada picadas**

Ligas de cobre – Necessidade de conservar

Conhecimento atual...



Ligas de cobre – Necessidade de conservar

- Manutenção/reposição estética

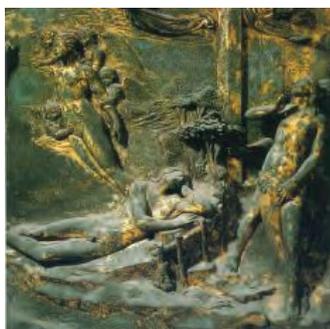


Marquês de Pombal antes e após conservação, em que foram aplicadas diversas camadas de Inctalac™ e de ceras microcristalinas [@Novaconservação]

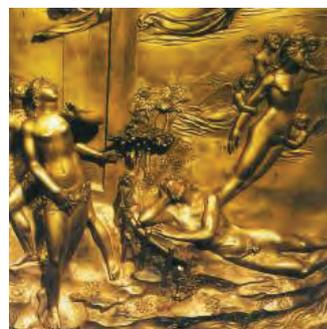
Ligas de cobre – Necessidade de conservar

- Manutenção/reposição estética
- Mitigação processos de corrosão ativa (interior/exterior)

Painéis das “Portas do Paraíso”, Baptistério, Florença, Sec. XV



Antes



Após limpeza

Ancient & Historic Metals: Conservation and Scientific Research (Symposium Proceedings)
by David A. Scott (Editor), Jerry Podany (Editor), Brian B. Considine (Editor)

Limpeza dos produtos de corrosão do bronze revelou o revestimento dourado (folha de ouro)

Ligas de cobre – Necessidade de conservar

- Repor integridade estrutural



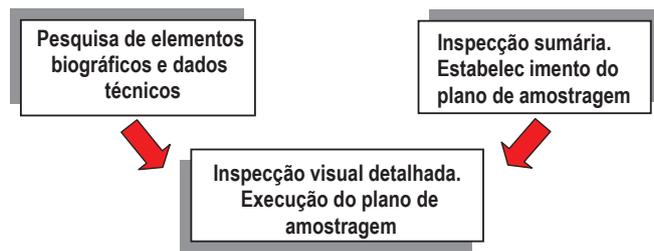
Conservation-restoration of the Statue of Liberty. (2016, August 20). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 10:21, September 1, 2016, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Conservation-restoration_of_the_Statue_of_Liberty&oldid=735444515

Ligas de cobre – Necessidade de conservar

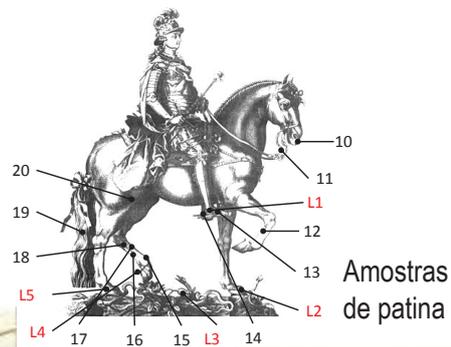
O conhecimento do estado de conservação é a base para uma decisão de intervenção no património cultural metálico



Ligas de cobre – Diagnóstico estado conservação



Amostragem



Amostras de patina



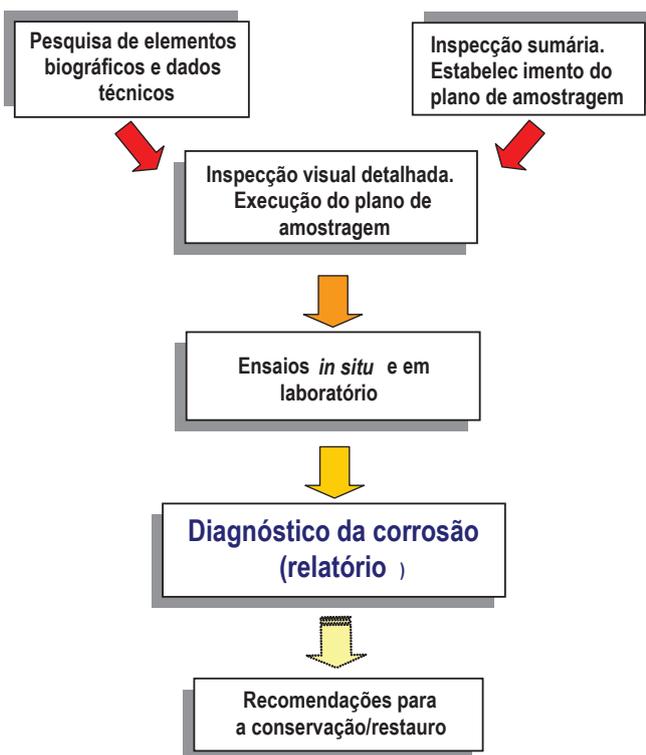
Recolha de amostras



Amostras de liga



Ligas de cobre – Diagnóstico estado conservação

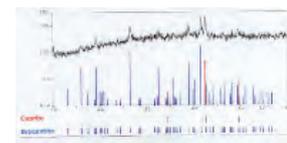


Ensaio em laboratório

Caraterização de ligas, produtos de corrosão e revestimentos



Difração de Raios-X



Identificação de produtos corrosão



Microscopia ótica (MO) – Microestrutura e estrutura produtos e corrosão/revestimentos



bronze



Ferro purlado



Patina de bronze



Microscopia Eletrónica de varrimento (SEM-EDS) – Morfologia e composição química

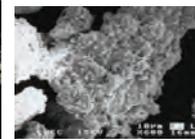


Imagem SEM – patina bronze

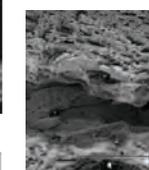


Imagem SEM de Fratura num ferro purlado

Ligas de cobre – Decisão sobre Conservação

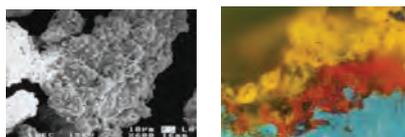


Ligas de cobre – Relação entre o *saber* e a *ciência* na conservação

- Produtos superfície (pátinas)

Diagnóstico

Composição química / mineralógica



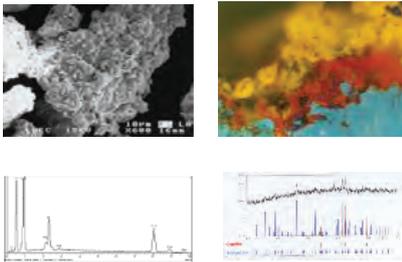
- Causas/natureza
 - Processos de corrosão atmosférica (saber tipo de liga, materiais construção, como eram feitos)
 - Pátinas originais (saber procedimentos usados na época)
 - Ocorrência de intervenções anteriores (elementos biográficos)

Ligas de cobre – Relação entre o *saber* e a *ciência* na conservação

- Produtos superfície (pátinas)

Diagnóstico

Estabilidade / ação passivante / nec. conservação



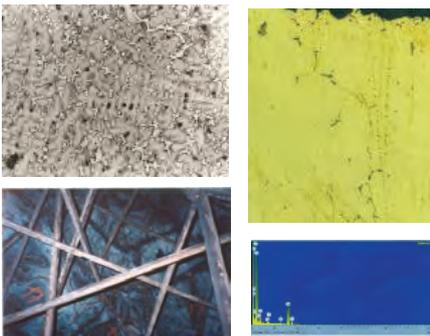
- Metodologia de conservação
 - Remoção: profundidade de limpeza (técnicas inovadoras: proc. mec.)
 - Repatinação (saber intenção do artista, procedimentos usados na época, ou novos)
 - Proteção: aplicação de revestimentos (técnicas tradicionais – experiência, falha técnicas inovadoras - investigação)

Ligas de cobre – Relação entre o *saber* e a *ciência* na conservação

- Materiais construtivos (liga e armadura)

Diagnóstico

Composição química / microestrutura



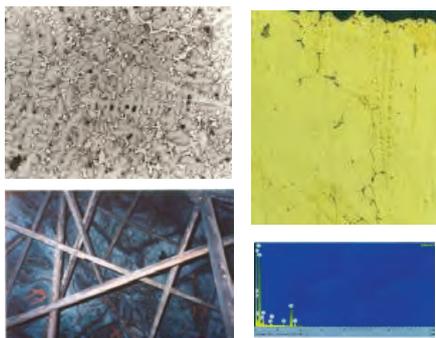
- Causas de degradação
 - Processos de corrosão
 - Ações mecânicas
 - Identificação tipo de ligas, materiais de união, etc. (saber tipo de liga, materiais construção, como eram feitos)

Ligas de cobre – Relação entre o *saber* e a *ciência* na conservação

- Materiais construtivos (liga e armadura)

Diagnóstico

Estabilidade / função
estrutural / nec. conservação



- Metodologia de conservação
 - Substituição (parcial/total)
(seleção do materiais mais adequado – Inovação vs experiência /resistência à corrosão vs compatibilidade)
 - Reposição peças, Selagens fissuras
(forma de união, forma de fabrico – saber fazer)
 - Correções estabilidade (Inov)

Ligas de cobre – Relação entre o *saber* e a *ciência* na conservação

- No estudo da conservação dos materiais metálicos é necessário não só reunir dados científicos sobre materiais existentes e suas propriedades, como também obter dados históricos e conhecimentos sobre técnicas de execução, que se complementam para estabelecer o diagnóstico mais correto.
- Na seleção das metodologias de intervenção fazer uma balanço entre opção novos materiais e soluções promissoras face aos novos riscos a que estão hoje sujeitos estes materiais e o desempenho revelados pelos métodos e materiais tradicionais.

Construir e decorar: a utilização das rochas no património e os desafios da sua preservação

Dória Costa – Geóloga, LNEC

drcosta@lneec.pt

resumo A utilização da pedra como material de construção é, assumidamente, um marco de desenvolvimento da espécie humana no seu processo evolutivo do saber e aperfeiçoamento técnico, mas também um objeto de culto e ligação com a imortalidade. O património que chegou até nós desses tempos mais primitivos está ligado a construções fúnebres de que o país tem bons exemplos construídos, não apenas em granito, mas também em calcário. Aos olhos dos nossos dias serão blocos trabalhados pela natureza, cuidadosa e simbolicamente posicionados, com orientações determinadas que os arqueólogos tentam entender e explicar. Do ponto de vista do material, aproveitava-se o que havia no espaço em redor, mais ou menos vizinho mas também aí é possível descobrir um carácter intencional. Dando um grande salto no tempo, na verdade foi quase sempre a relação com entidades divinas ou a questão da imortalidade que motivou a construção de locais de culto, inicialmente simples, mas progressivamente mais complexos, também eles decorados com elementos esculpidos ou trabalhados em pedra, por ser nobre e idealmente mais resistente e capaz de perdurar no tempo. Ainda pensando em pedra e na sua utilização, goste-se ou não, a decoração do período românico das nossas igrejas, a decoração utilizada do nosso gótico coloca a questão, muito pertinente, da forma como podemos preservar este património que os nossos ancestrais nos legaram. E, por vários motivos, a tarefa não é, não tem sido, (nada) fácil...



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**CONSTRUIR E DECORAR:
A UTILIZAÇÃO DAS ROCHAS NO
PATRIMÓNIO E OS DESAFIOS DA
SUA PRESERVAÇÃO**

Dória Costa
Geóloga, LNEC
drcosta@lneec.pt

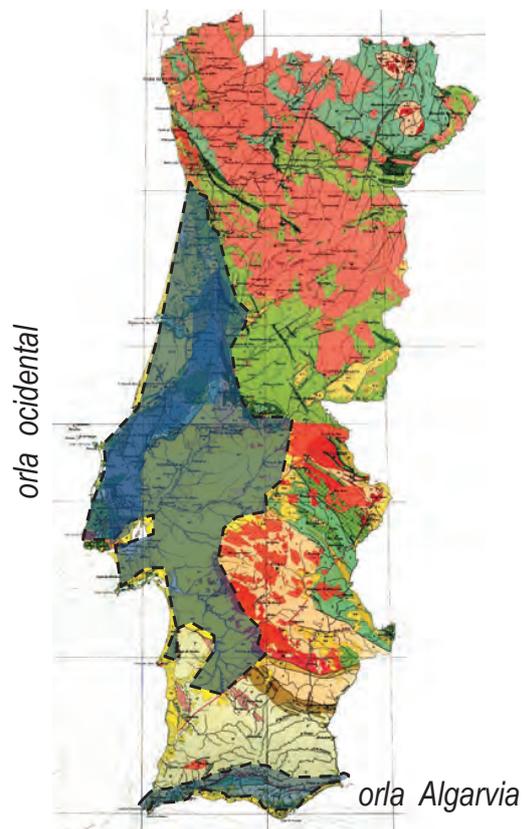
LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

sumário

- ✓ a rocha antes de ser “pedra”
- ✓ características gerais e **alteração** dos materiais de utilização mais frequente nos objetos com valor patrimonial
- ✓ desafios à **preservação/ conservação** do material/superfícies com valor patrimonial

As rochas carbonatadas; orlas Meso-Cenozóicas (≈ 250 MA \longrightarrow)

- ✓ **Recursos não renováveis**
- ✓ **Justificação da utilização**
 - opção estética
 - facilidade de trabalhar/ esculpir
 - disponibilidade
- ✓ **Rochas carbonatadas;**
predomínio da utilização dos **calcários e dolomias**



Algumas variedades

Ançã



- ✓ muito homogénea;
- ✓ branda/pouco resistente, fácil de trabalhar/esculpir;
- ✓ porosidade elevada (28%);
- ✓ creme
- ✓ calcário calcítico

Coimbra



- ✓ muito heterogénea;
- ✓ resistência intermédia;
- ✓ porosidade (15-20%);
- ✓ amarela, creme
- ✓ dolomia

calcários e dolomias

Lioz (Lisboa)



- ✓ Heterogénea e qualidade diversa;
- ✓ Porosidade reduzida (<1%);
- ✓ calcário calcítico denso com estruturas sedimentares e fósseis característicos

Calcário miocénico (Lisboa)



- ✓ heterogénea;
- ✓ resistência intermédia;
- ✓ porosidade (14-19%);
- ✓ amarela
- ✓ calcário dolomítico

A utilização de rochas carbonatadas como elementos decorativos;

materiais **claros, homogéneos, brandos** (do país e do estrangeiro)

- ✓ Calcários do tipo “pedra de Ançã”;
- ✓ Calcários claros, homogéneos (textura oolítica),
- ✓ Mármore;
- ✓ ...



Lioz



Mármore



Mármore (Carrara)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Uma visita a uma pedreira histórica...

Pedreira d’el Rei, Cantanhede,

Pedra de Ançã



Pedreira d’el Rei, 2014



Os protagonistas;
Dr.(s) Carlos Gregório, Inês Cardoso



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Calcários semelhantes...



*Calcários de Cantanhede,
pedreiras antigas, não exploradas na actualidade*



Calcários semelhantes...



*Calcários de Cantanhede,
ainda em exploração*

*rochas com características
macroscópicas
semelhantes aos
materiais antigos*



Calcários e margas

Calcários semelhantes...

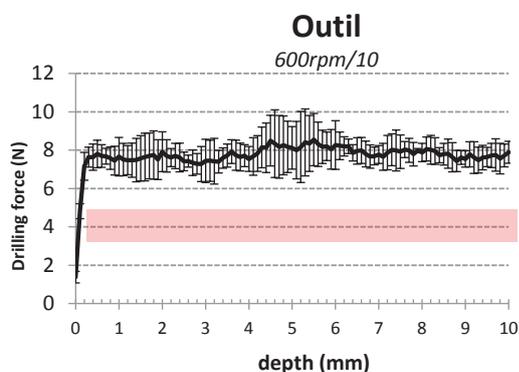
Cantanhede,
Localização das pedreiras

Fonte: Museu da Pedra, Cantanhede



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Calcários brandos, homogêneos, semelhantes (?)...



Physical properties of Ançã limestone ("pedra de Ançã")

Real density (kg.m ⁻³)	2711
Bulk density (kg.m ⁻³)	1972
Open porosity (%)	26-28
Hg porosity (%)	≈27
Water absorption by capillarity coefficient (kg.m ⁻² .h ^{-0.5})	9.9-10.9
Water absorption (48h) (%)	12-14
Ultrasonic pulse velocity (m.s ⁻¹)	3000-3200
Drilling resistance (N) (at 600rpm;10mm.min⁻¹)	2.3-4.3
Bending strength (MPa)	3.8-4.4
Open porosity (%)	≈ 19
Drilling resistance (N) (at 600rpm;10mm.min⁻¹)	6-8



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A utilização de materiais porosos, brandos (relativamente) homogêneos

Pedra de ANÇÃ



Igreja de Santa Cruz, Coimbra

Pedra de COIMBRA (dolomia)



Mosteiro de Santa Clara a Nova



Mosteiro de Celas



Capela dos Pinheiros, túmulos, Guimarães



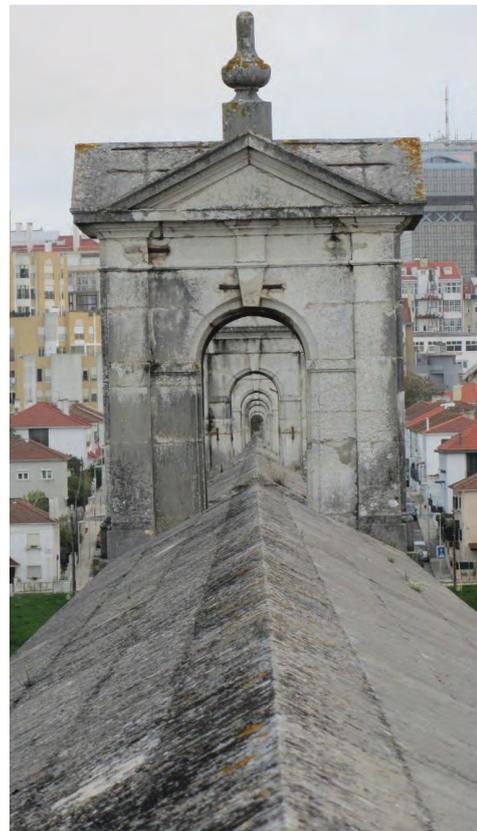
Workshop **Materiais históricos:** entre tradição e inovação.

Lioz, Pedra de “Lisboa”

LIOZ



Aqueduto das Águas livres



Workshop **Materiais históricos:** entre tradição e inovação.

Calcários brancos, compactos, biogénicos, oolíticos



Estação ferroviária do Rossio, 1890

*A utilização do **granito** no património arquitetónico em Portugal*

Os **granitos**; formações antigas, da orogenia Hercínia ()

- opção estética?
 - bom desempenho/durabilidade
 - **disponibilidade**
- ✓ área vasta onde afloram rochas ígneas, “granitóides”
- granitos** (*sensu lato*)



As características do material e o seu “desempenho” no património

- a sua génese e as suas características nos locais de extração...



Disjunção esférica



Geomorfologias típicas da alteração



- ✓ alteração química e física

A utilização de materiais locais

Monumentos megalíticos

No Neolítico, a pedra era usada “tal qual”...
com *algumas inscrições*



cromeleque dos almondres e menir

Monumentos megalíticos

Pedra usada “tal qual” mas com cuidados de proteção, com a utilização de **materiais argilosos** com o intuito de proteger da ação da água

- Neolítico
- Com câmara formada com 7 unidades de pedra
- Pelo menos **dois tipos de granitos locais**, de proveniência diferente
- Escavada há cerca de meio século
- O processo de alteração intensificou-se posteriormente



Anta do Zambujeiro, Évora

Formas de alteração

- escamas
- placas, plaquetas
- desagregação granular (arenização)
- fissuras e fraturas



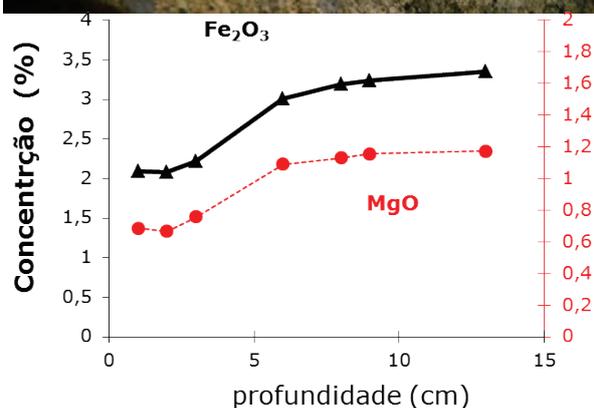
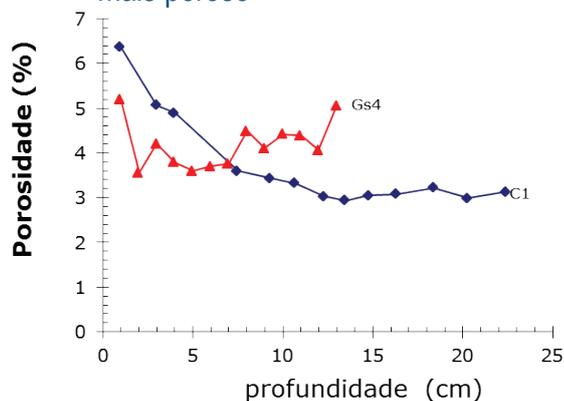
Características da rocha em profundidade

- **alteração química**

Na zona superficial, ferro e magnésio foram mobilizados

- **alteração física**

Na zona superficial o material é mais poroso



In Delgado Rodrigues, J. & Costa, D. – "Conservation of granitic rocks". Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 1996.

Monumentos em granito



Catedral de Évora (séc. XII)



- ✓ Foi usado uma variedade de granito **muito alterado**
- ✓ Colonização biológica diversificada e generalizada
- ✓ Juntas abertas
- ✓ Infiltrações



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Monumentos em granito; fatores de alteração

- ✓ Sais de composição diversa, na forma de **eflorescências**
- ✓ **Desagregação granular** muito intensa, **sais** no interior



Costa, D.; Alves, C.A. & Delgado Rodrigues, J. (2004) – “Estudo dos sais solúveis existentes nas alvenarias da Sé Catedral de Évora. Resultados obtidos na amostragem preliminar”. Relatório 218/04- MCMC



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

“pedreiras antigas” (utilizadas até meados do século XX)

...e a rocha granítica usada é **alterada**

- ✓ Material acessível
- ✓ É **fácil esculpir** e **trabalhar**

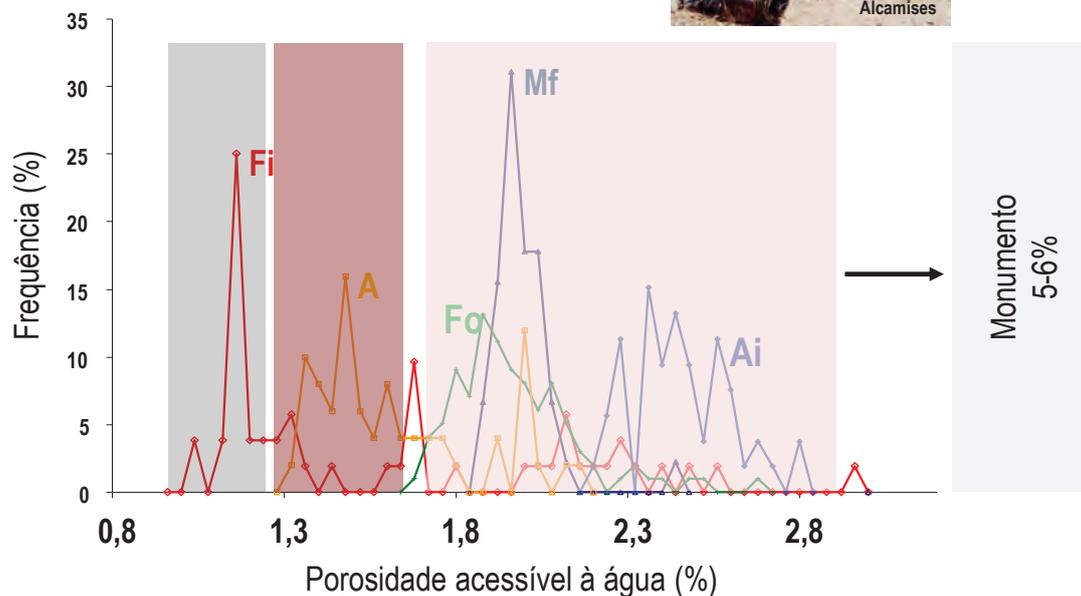


aflorento local onde foi extraído um bloco de granito

O contributo da alteração natural (meteorização) para o estado de conservação dos materiais em obra é fundamental



“pedreiras antigas” (utilizadas até meados do século XX)



COSTA, D. - Avaliação de tratamentos para a conservação se superfícies graníticas arenizadas. Lisboa, Relatório LNEC, 2007



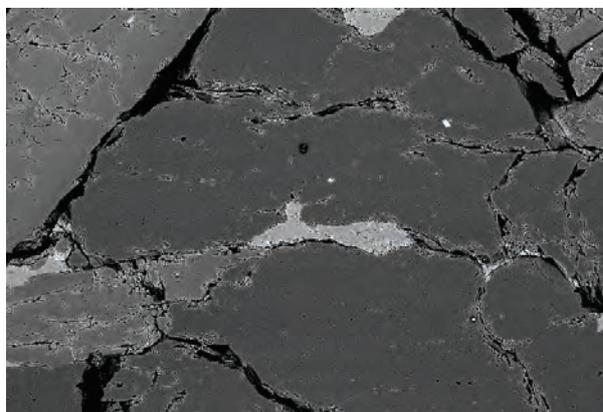
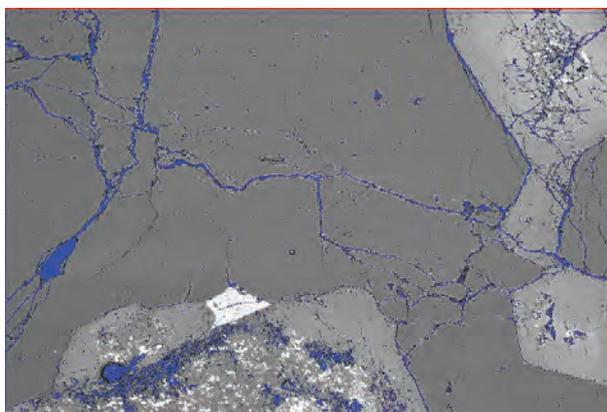
Os materiais graníticos à micro escala...

Fracturação intensa – Quartzo

✓ Espaço poroso - **tipo fissural**

Alteração química – Feldspatos (plagioclase)

✓ Rochas de **baixa porosidade**



Cristais de feldspato e de quartzo observados ao microscópio electrónico

Costa, D.M.R. – “Alteración de la roca monumental del dolmen de Zambujeiro Évora – Portugal”. Seminario de Investigación. Departamento de Geología da la Universidad de Oviedo, 1998

Banco de dados dos materiais históricos

✓ R (*reunir, recuperar*)

Informação sobre:

- **materiais** (“originais” e **formas** de alteração)
- elementos de **caracterização** de amostras ;
- caracterização dos materiais *in situ*
- informação do monumento/edifício (ou parte), num determinado período de tempo (por exp. Intervenções de conservação);
- documentação **fotográfica** (datada)
- ...

✓ R (*(re) valorizar*)

✓ D (*divulgar , disponibilizar*)

Banco de dados dos materiais históricos

Favorecer uma **melhor prática** de Reabilitação/ Conservação

Ações de conservação

✓ Limpeza

- remoção da **colonização biológica**
- procedimentos de **dessalinização**
- remoção de **crostas e filmes negros**
- ...

✓ Consolidação

- **Estabilização** das superfícies em **perda**

✓ Hidrofugação

- Evitar a **entrada de água** incidente sobre as superfícies



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Desafios à preservação / conservação do material / superfícies com valor patrimonial

✓ Consolidação (em massa /estabilização das superfícies em perda)

Soluções...?



desagregação, taxas acentuadas de erosão, presença de subflorescências de sais higroscópicos



tentativas de consolidação

- A presença (frequente) de misturas **sais solúveis**; dificuldades da sua remoção
- utilização de materiais **incompatíveis**;
- dificuldade da implementação de várias **soluções alternativas** aos **tratamentos orgânicos**;
-
- ...



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Amostragem de pedra nos monumentos / edifícios com valor patrimonial é limitada, e realizada com parcimónia

- amostras pequenas;
- em número reduzido;
- *quando se justifique e autorizado*;
- para responder a questões concretas;
- localização limitada;
- caracterização dos materiais *in situ* (*continua a ser*) muito limitada

Banco de dados dos materiais históricos

Amostras

- *monumentos,*
- *edifícios com valor patrimonial*
- ...

serão muito bem-vindas !

Fabrico tradicional de cal no concelho de Cantanhede – perspectivas

Carlos Gregório, Técnico Superior, Museu da Pedra do Município de Cantanhede

WORKSHOP **MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO**



MUSEU DA
PEDRA DO
MUNICÍPIO
DE CANTANHEDE

**MUSEU DA PEDRA
DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE**
Pedra de Ançã no Património
Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA
PEDRA DO
MUNICÍPIO
DE CANTANHEDE

MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

Mapa Geológico



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



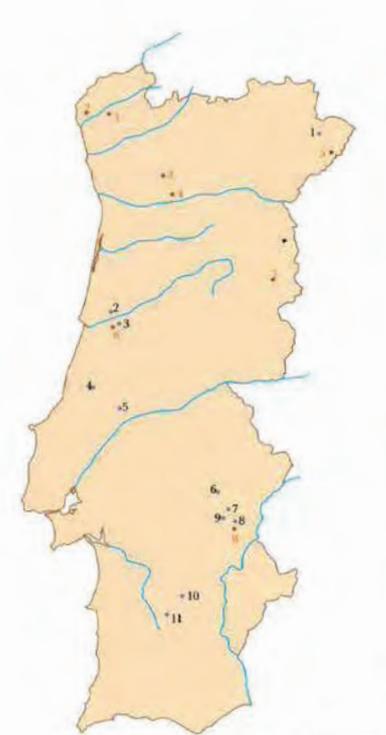
MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ança no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



PEDREIRAS

- 1 Vimioso
- 2 Ança
- 3 Conimbriga
- 4 Porto de Mós
- 5 Torres Novas
- 6 Estremoz
- 7 Vila Viçosa
- 8 Pardais
- 9 Rio de Moinhos
- 10 Trigachos
- 11 Aljustrel

OFICINAS DE CANTARIA

- 1 Sta Cruz de Lima, Ponte de Lima
- 2 Mte de Sto António, Afife
- 3 Sta Eulália de Barrosas, Lousada
- 4 Várzea do Douro, Marco de Canavezes
- 5 Picote, Miranda do Douro
- 6 Conimbriga
- 7 Qta de S. Domingos, Sabugal
- 8 S. Miguel de Mota, Alandroal

Locais de exploração de pedra e de oficinas de cantaria, na época romana.



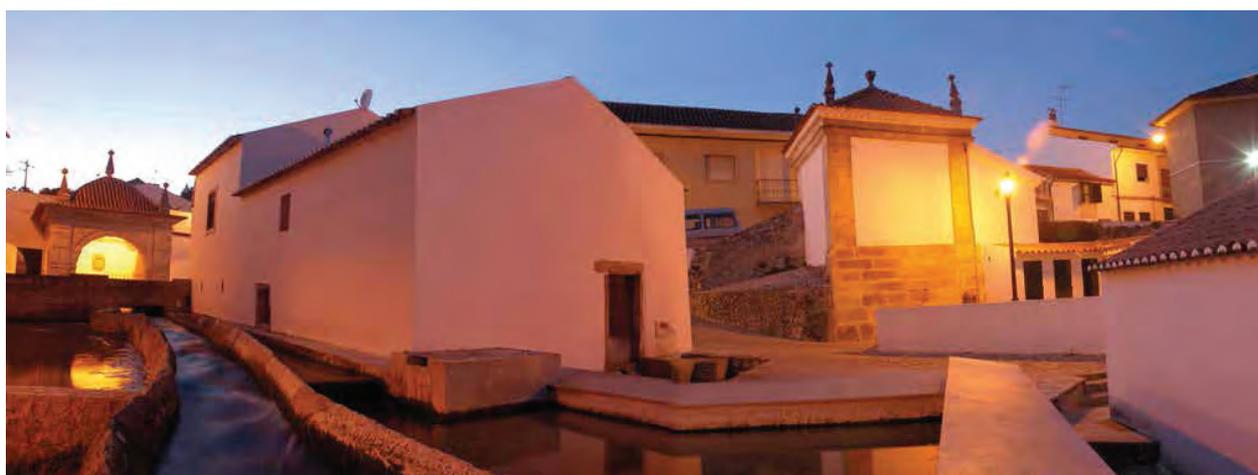
MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ança no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Anã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Anã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Pedra de Ançã no Património

WORKSHOP MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE
Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

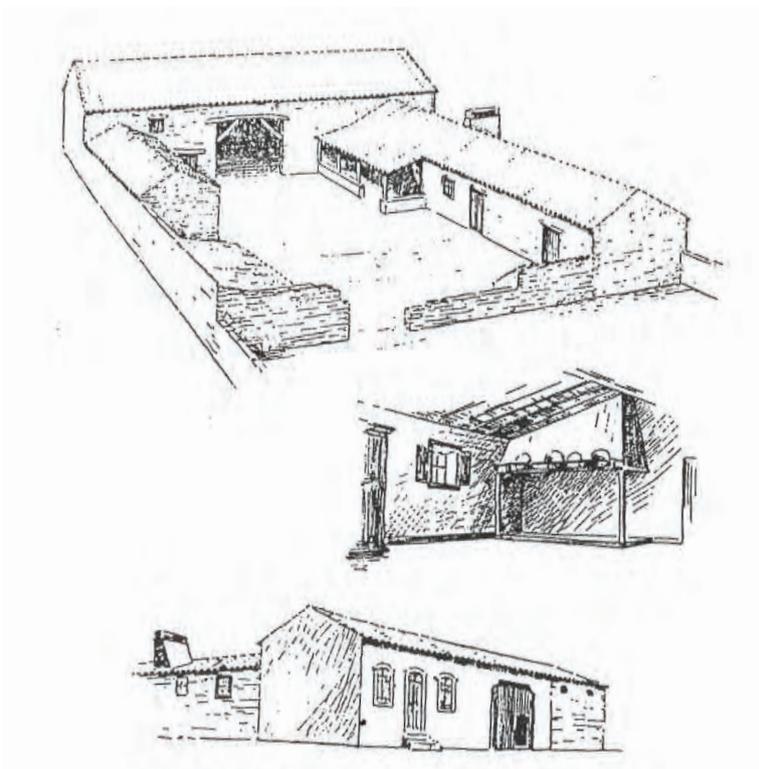
MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

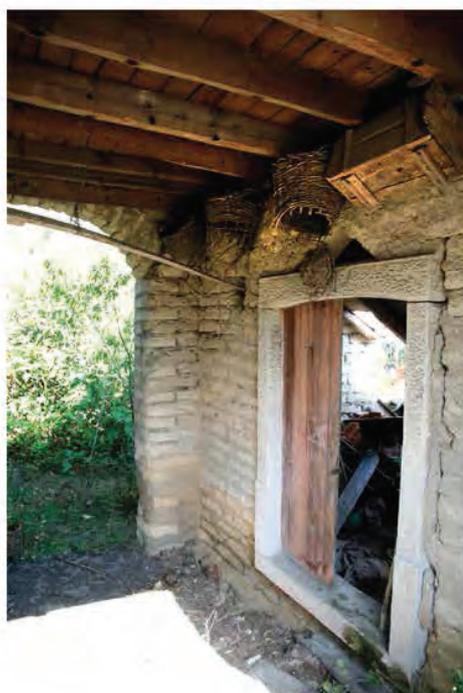
MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabricao da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

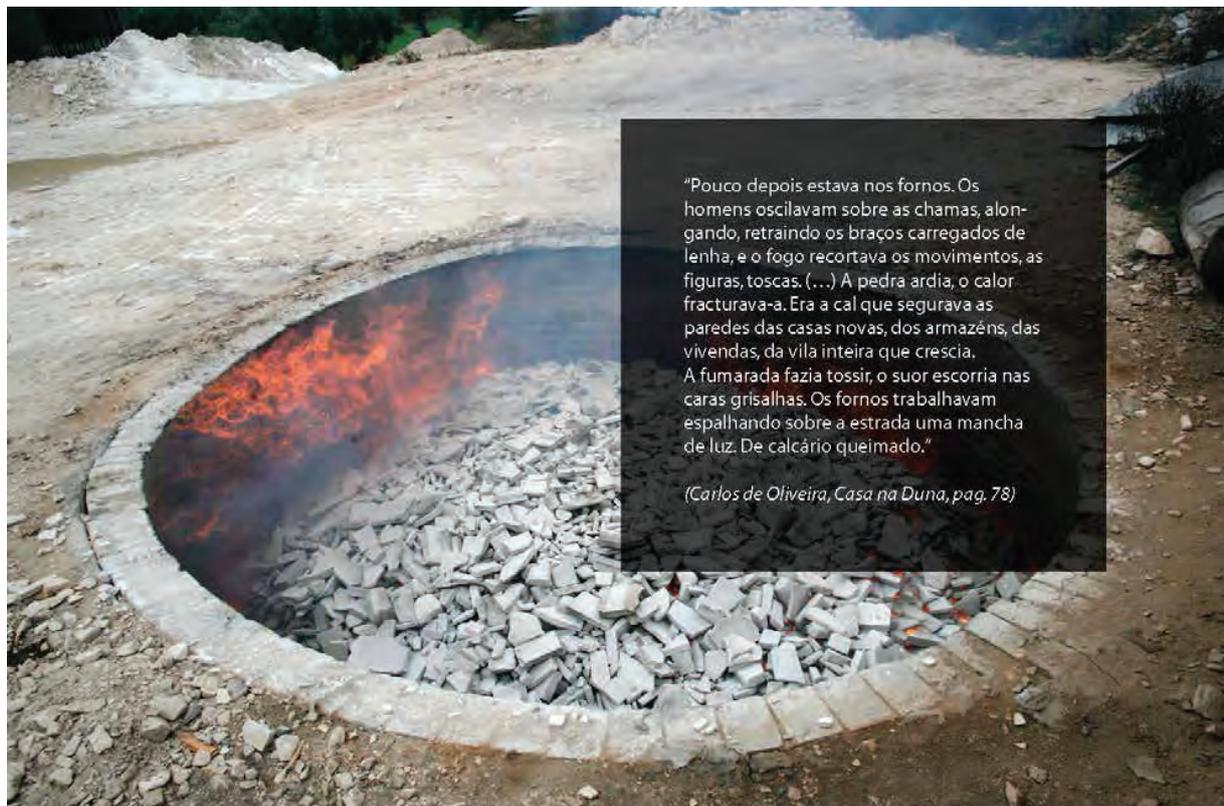
Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

MATERIAIS HISTÓRICOS: ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede



"Pouco depois estava nos fornos. Os homens oscilavam sobre as chamas, alongando, retraindo os braços carregados de lenha, e o fogo recortava os movimentos, as figuras, toscas. (...) A pedra ardia, o calor fracturava-a. Era a cal que segurava as paredes das casas novas, dos armazéns, das vivendas, da vila inteira que crescia. A fumarada fazia tossir, o suor escorria nas caras grisalhas. Os fornos trabalhavam espalhando sobre a estrada uma mancha de luz. De calcário queimado."

(Carlos de Oliveira, Casa na Duna, pag. 78)



MUSEU DA PEDRA DO MUNICÍPIO DE CANTANHEDE

Fabrico da Cal no Concelho de Cantanhede

Inspeção, diagnóstico e reabilitação de estruturas antigas de madeira

Tiago Ilharco – Engenheiro Civil, NCREP

tiago.ilharco@ncrep.pt

resumo Pretende-se com a presente comunicação salientar o papel fundamental das ações de inspeção e diagnóstico nos projetos de reabilitação estrutural de património edificado. Apenas um conhecimento completo das características da estrutura existente e do seu estado de conservação permitirá a realização de projetos de reabilitação estrutural devidamente sustentados e adaptados às condições existentes, dirigidos para a solução dos reais problemas da estrutura.

A inclusão das ações de inspeção e diagnóstico, que envolvem normalmente a utilização de equipamentos de ensaio não destrutivo, nomeadamente resistência à perfuração, sismógrafos, etc., dá origem a uma metodologia de reabilitação integrada, sustentada num diagnóstico baseado no conhecimento da estrutura, abordagem seguida nas intervenções realizadas pelo NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda.

A experiência do NCREP tem mostrado que intervenções de reabilitação que seguem esta abordagem, permitindo a preservação dos elementos estruturais, apresentam um menor custo e um maior potencial de valorização das construções (histórico, cultural, material, etc.), envolvendo uma diminuição de resíduos de demolição e uma reutilização efetiva dos materiais existentes.

Englobando reforços estruturais pontuais, dirigidos e otimizados, esta abordagem permite, em zonas em que os acessos são normalmente difíceis e as áreas livres são escassas, intervenções sem necessidade de instalação de grandes estaleiros ou gruas.

A importância desta abordagem será realçada através da análise de alguns casos práticos de ações de inspeção e diagnóstico e de intervenção de reabilitação/reforço de estruturas antigas de madeira, que permitiram minimizar o impacto sobre as construções, otimizando soluções construtivas e o custo final das intervenções, num compromisso entre funcionalidade, segurança e salvaguarda do património.



NCR
EP

DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

INSPECÇÃO, DIAGNÓSTICO E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS ANTIGAS DE MADEIRA

Tiago Ilharco – NCREP
tiago.ilharco@ncrep.pt

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



- A. INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO
- B. PROJECTO
- C. INTERVENÇÃO
- D. MONITORIZAÇÃO



A1) Caracterização geometria e funcionamento estrutural

A2) Avaliação estado de conservação

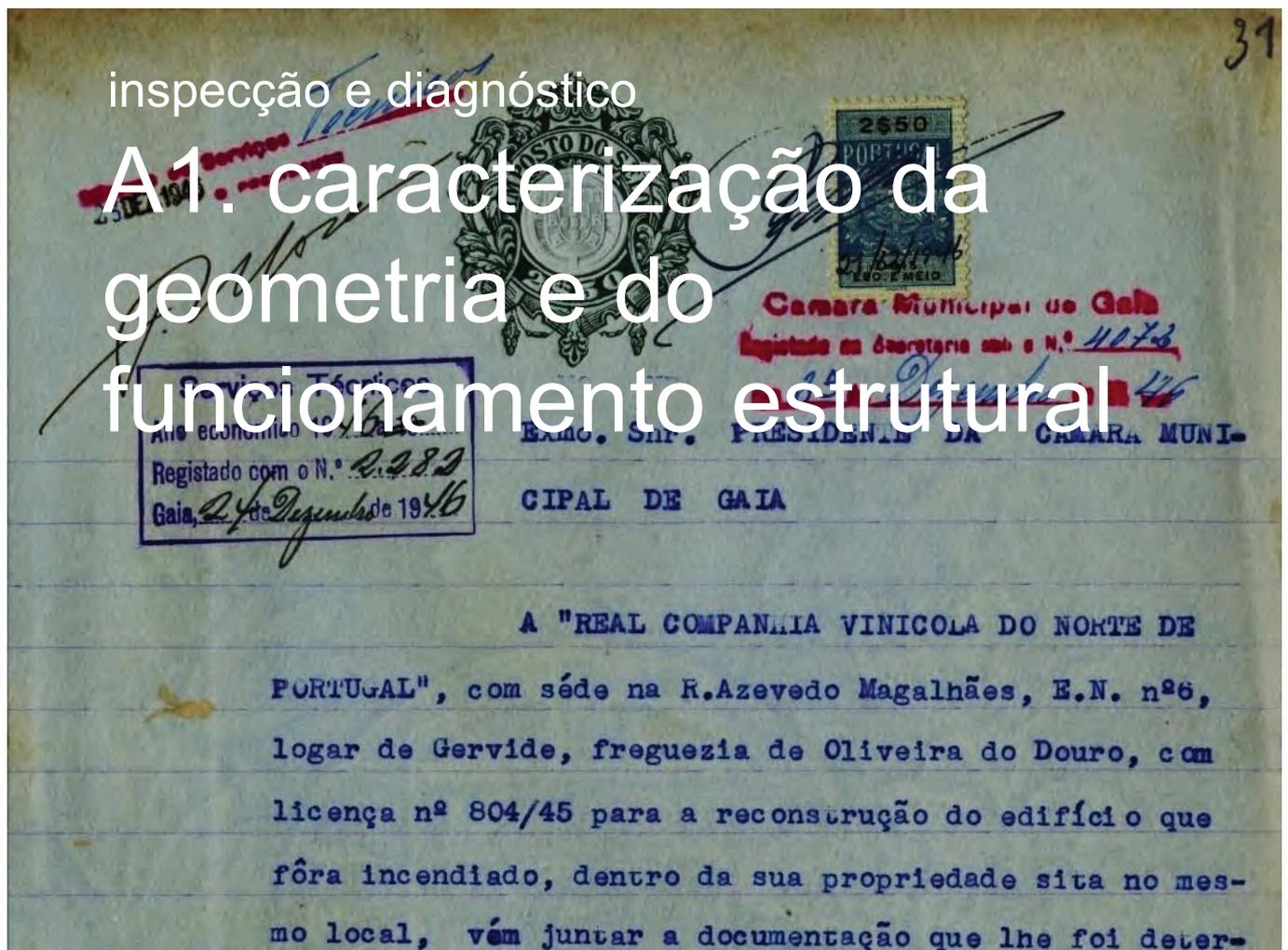
A3) Estimativa das características físicas e mecânicas



A4) Avaliação da segurança estrutural



Elaboração de **projectos de reabilitação “knowledge based”** com impacto mínimo



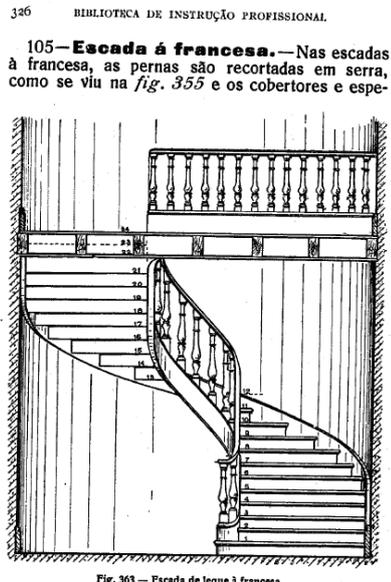
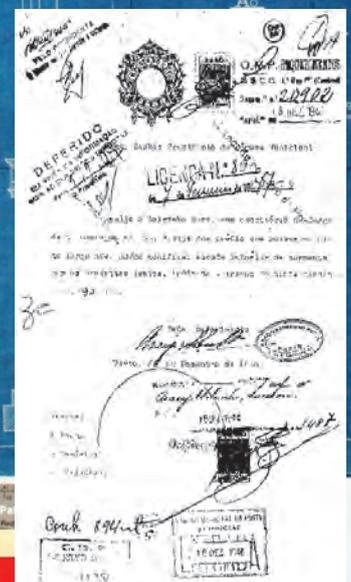


Fig. 363 - Escada de leque à francesa

lhos dos degraus são fixos à sua parte superior e anterior; geralmente ficam à vista inferiormente. Os tópos dos degraus que ficam do lado da bomba apresentam de ordinário molduras que são o pro-

58 BIBLIOTECA DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL
deira formando uma espécie de orelha que se ajusta à mecha de A.
A respiga de tópo obliquo, como mostra a



Fig. 104, dá-se o nome de ganzepa. Nos pinzões usa-se às vezes fazer um enxovado como se vê na fig. 105.

20 - **Malhete ou rabo de minhoto.**
- É empregado nas sambaduras ou junções em ângulo recto; é igualmente uma respiga e mecha em que aquela tem a forma de rabo de andorinha, figs. 106 a 109. É uma samblagem bastante resistente e muito usada para peças que têm de resistir a esforços de tracção.

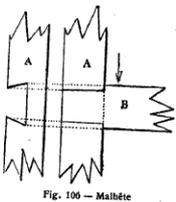


Fig. 106 - Malhete

Pode a peça da respiga ser entalhada em toda a sua espessura, o que sub-entende que a outra tem grossura superior; na fig. 106 a grossura de B é igual ao entalhe feito em A. Pode fazer-se à meia madeira, fig. 107, o que supõe que ambas têm a mesma espessura. Neste caso a mecha é assim como o malhete.

A fig. 108 mostra uma junção de peças de ma-

TRABALHOS DE CARPINTARIA CIVIL 59

deira a tópo por meio de malhete aberto no extremo de uma delas, entalhando-se a segunda apropriadamente para a alojar. A fig. 109 representa a ligação por meio de malhete da peça vertical B com a horizontal A; o malhete é feito a toda a espessura de B e tem de entrar de lado na peça A.

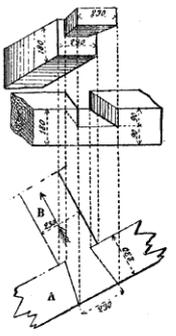


Fig. 107 - Malhete à meia madeira

Fara traçar o malhete, depois de fixada a sua altura, marca-se a largura da peça a ligar, a qual indicará a máxima largura do malhete; a sua garganta, ou parte mais estreita, costuma-se fazer igual a três quintos daquela largura, chegando-se, quando a peça tenha que suportar grandes esforços, a dar-lhe $\frac{8}{10}$.

O malhete pode ser reforçado ou com talões, figs. 110 e 111, quando se exija maior resistência.

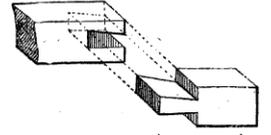
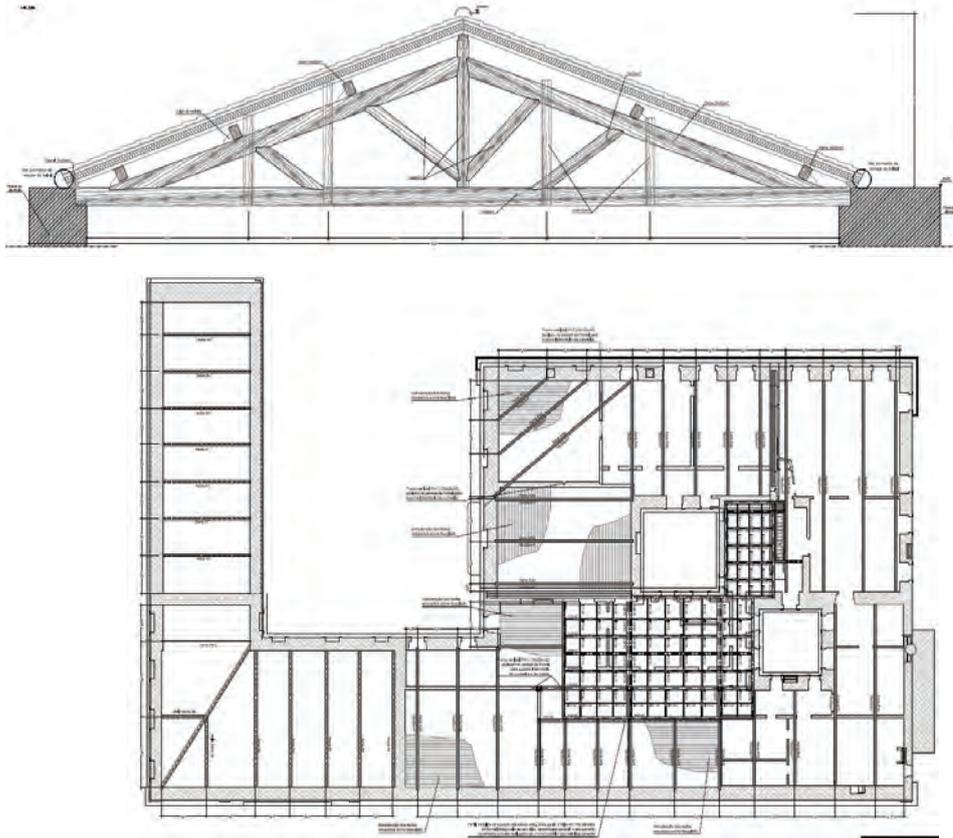


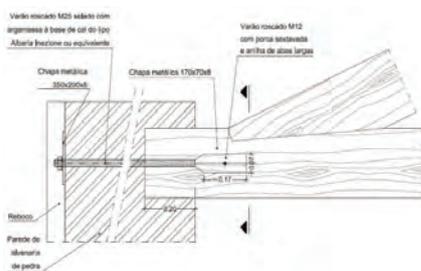
Fig. 108 - Malhete em junção a tópo

RECOLHA BIBLIOGRÁFICA

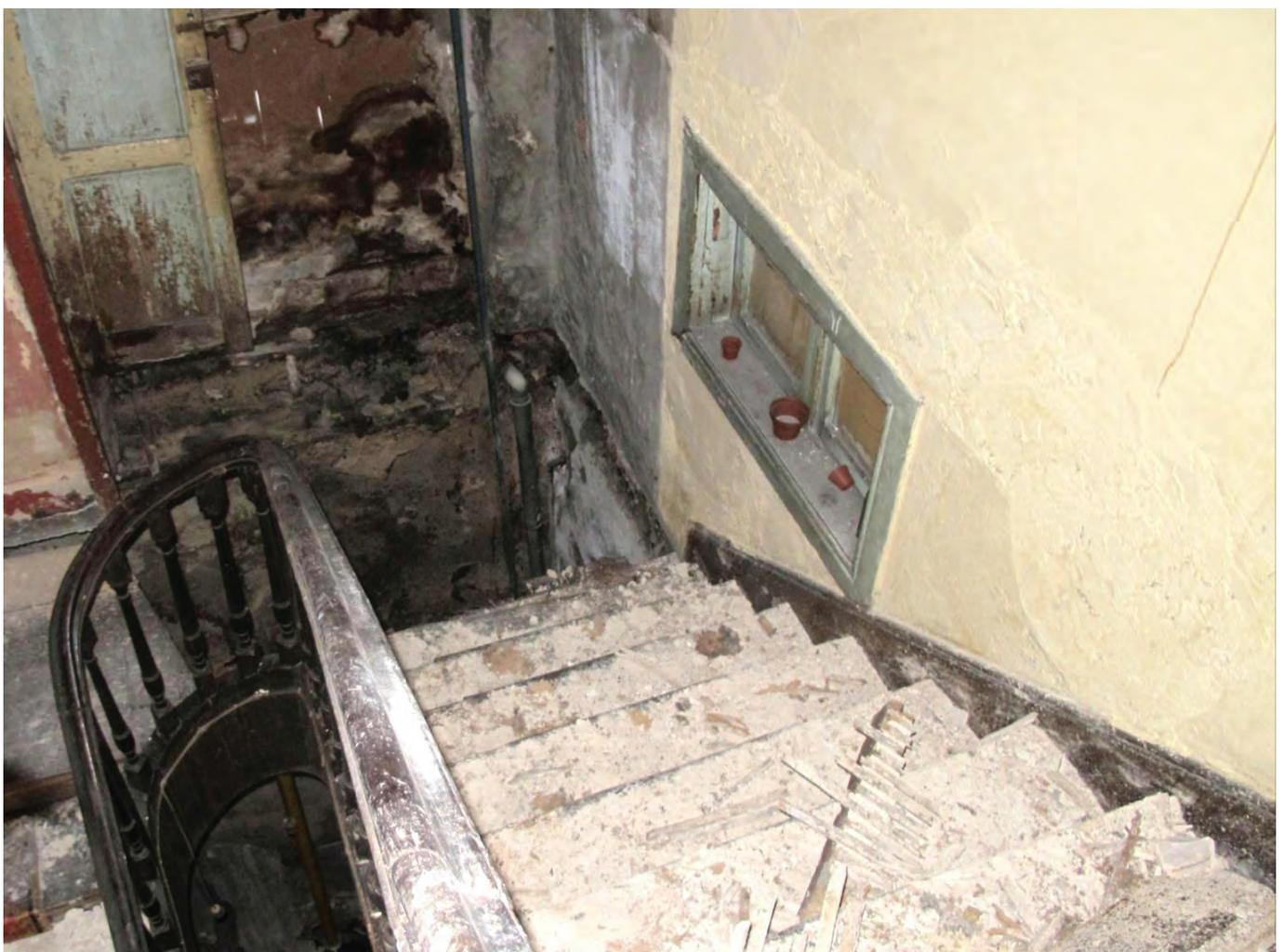




AVALIAÇÃO DE LIGAÇÕES ENTRE ELEMENTOS ESTRUTURAIIS





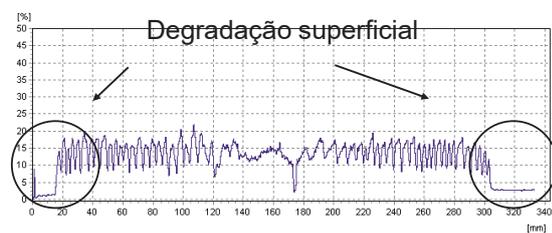
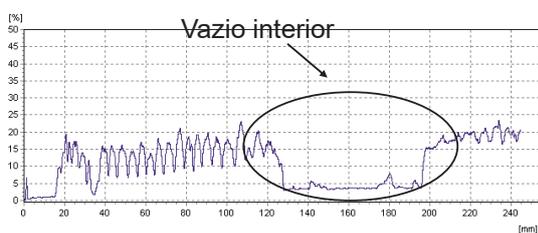














inspecção e diagnóstico

A3. estimativa das características mecânicas



ENSAIOS IN SITU E LABORATORIAIS
CAMPANHAS DE INVESTIGAÇÃO





identificação dinâmica



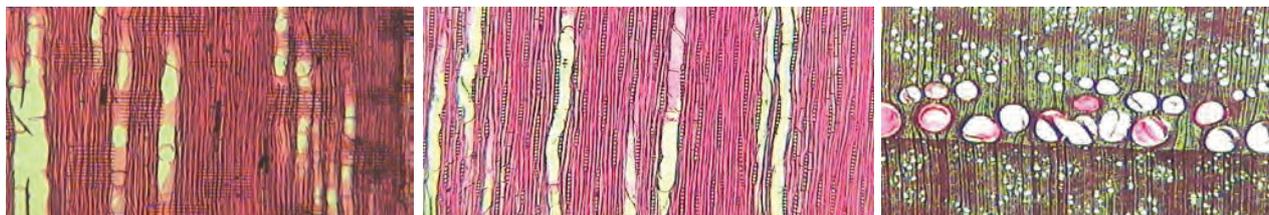
identificação da espécie

Identificação laboratorial da espécie de madeira através de pequenos provetes



Percepção da vulnerabilidade da madeira em relação a ataques bióticos

Estimativa dos valores médios das propriedades mecânicas e físicas da madeira



Secção Radial

Secção Tangencial

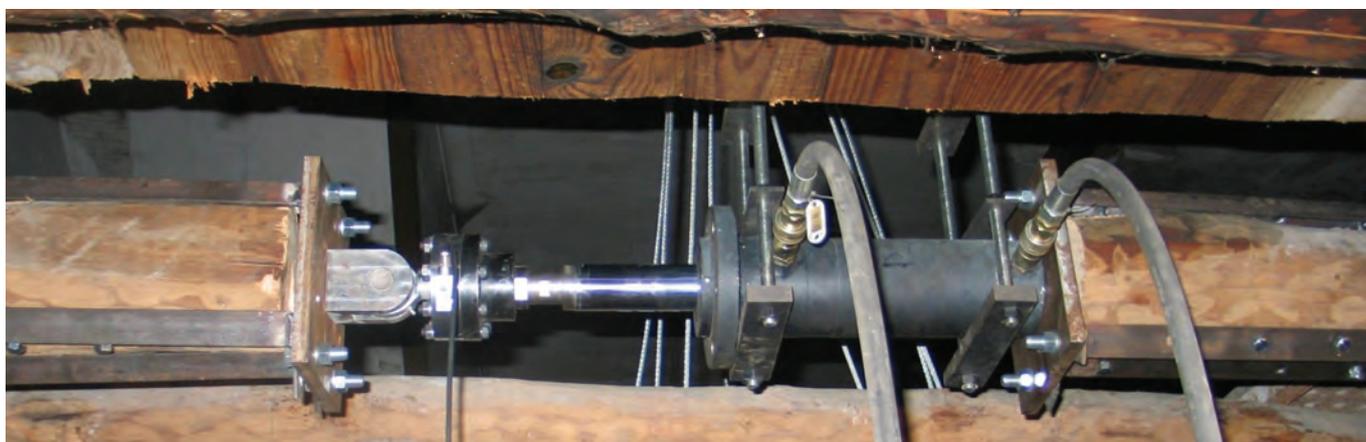
Secção Transversal

ensaios de carga





  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

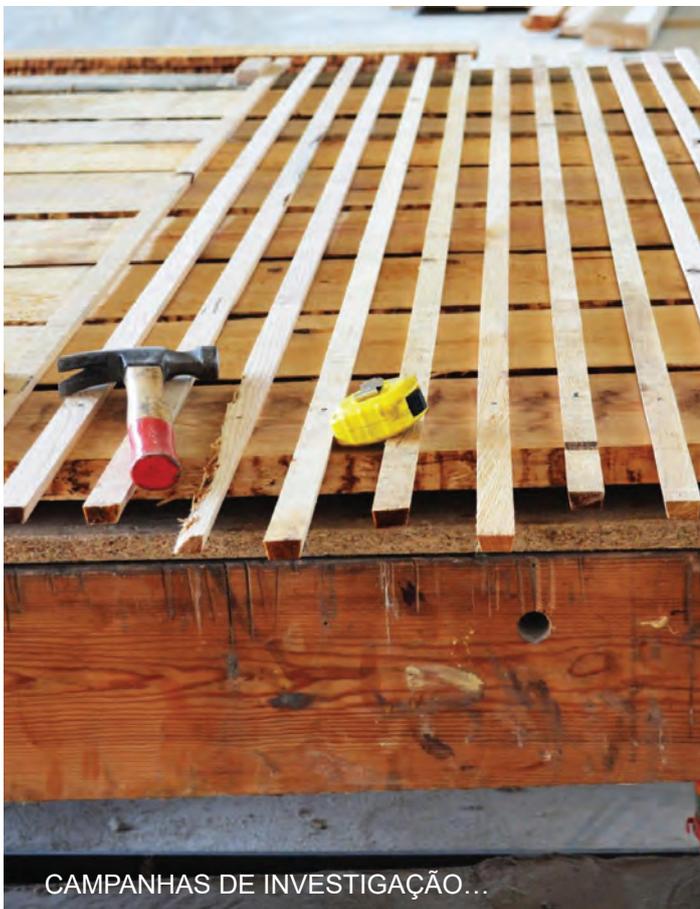


CAMPANHAS DE INVESTIGAÇÃO...

  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



CAMPANHAS DE INVESTIGAÇÃO...



CAMPANHAS DE INVESTIGAÇÃO...

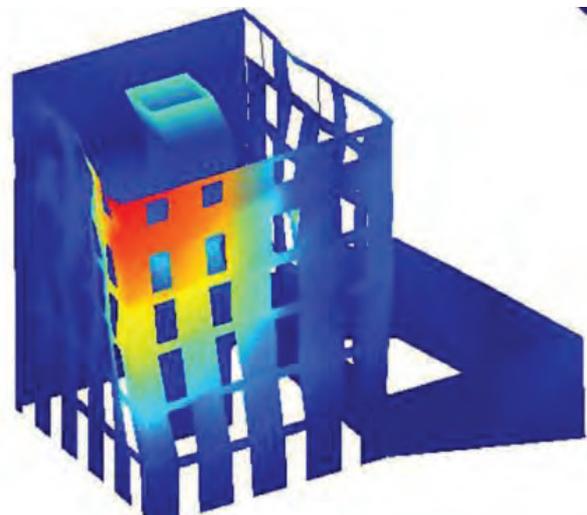
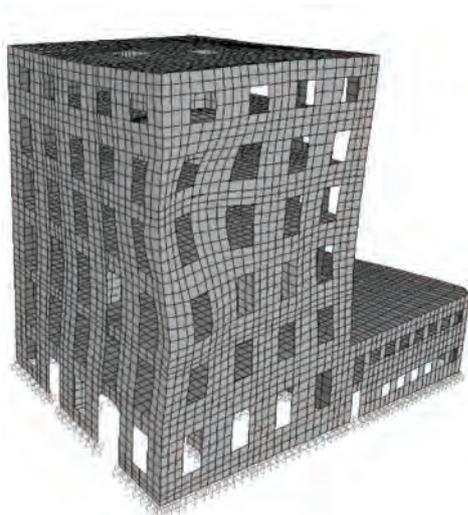




inspecção e diagnóstico

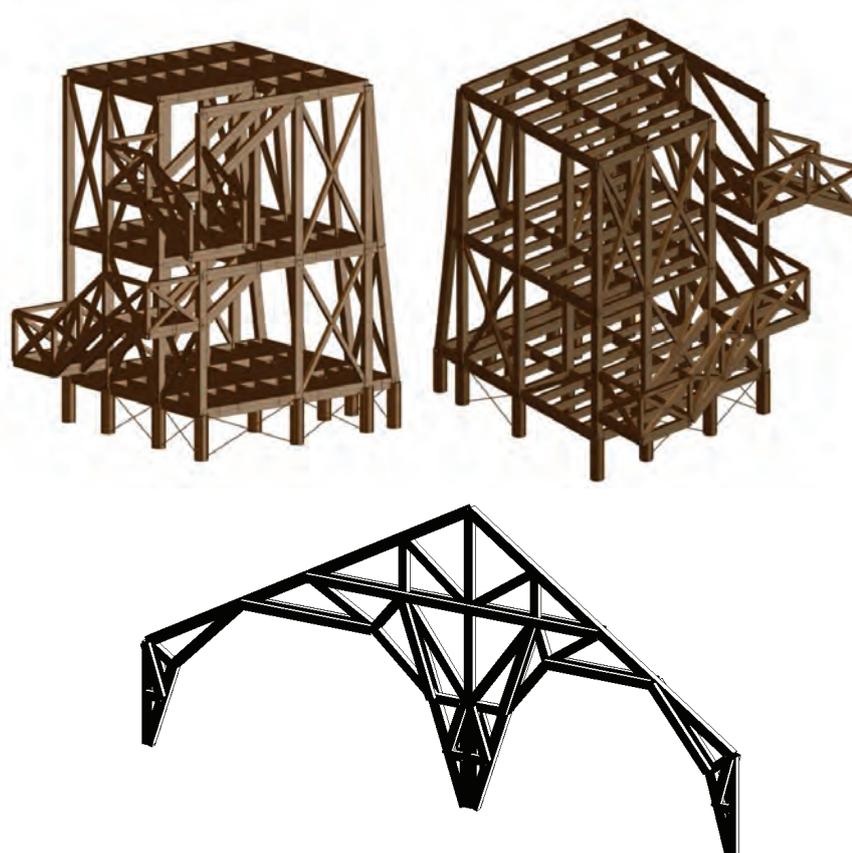


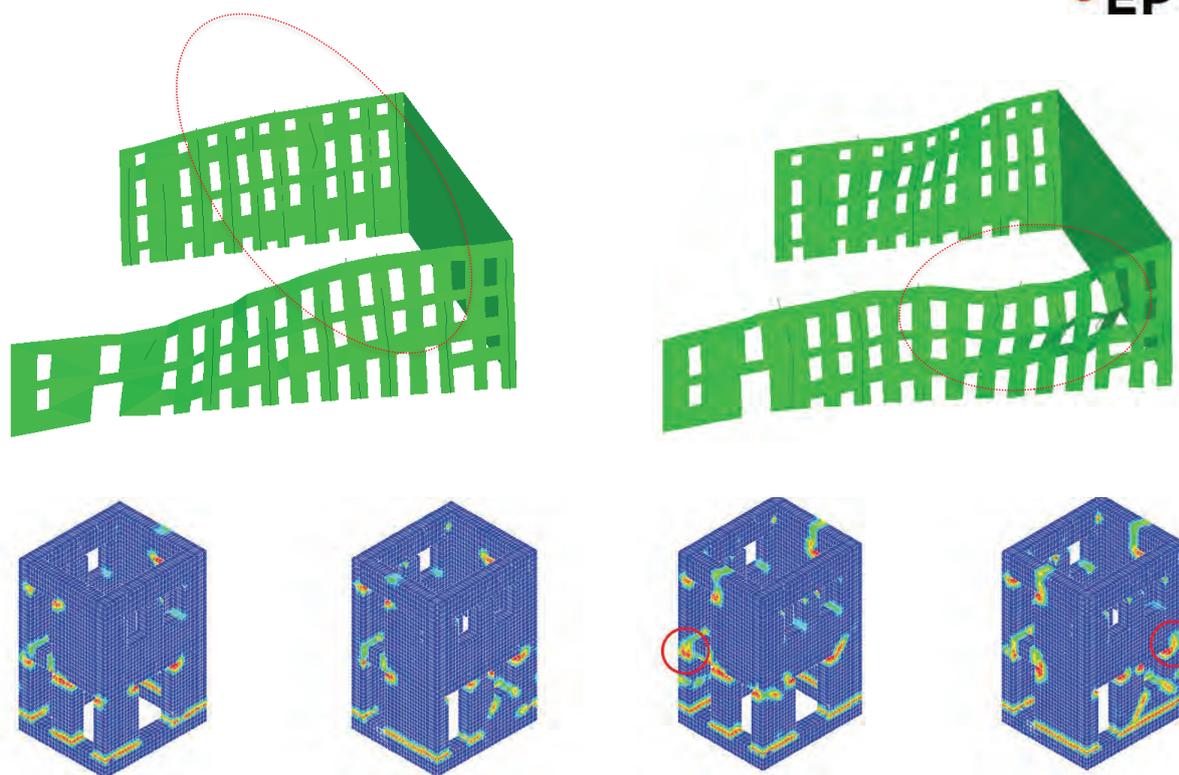
A4. avaliação da segurança estrutural



	Características geométricas					Carregamento			Características material			Flexão simples			Bambeament o		Corte		Compressã o ? fibras				
	Apoio parede (m)	b(m)	h(m)	L(m)	k _{cc}	P _{sd} (kN/m)	k _{mod}	b _v	f _{m,k} (MPa)	f _{c,90,k} (MPa)	f _{v,k} (MPa)	E _{0,k} (MPa)	M _{s,d} (kN.m)	S _{m,d} (Mpa)	I _{rel,m}	k _{crit}	t _d (MPa)	S _{c,90,d} (Mpa)					
MADRES A - COMB 1	0,10	0,1	0,2	3,2	1	2,4	0,8	1	24	2,7	2,7	11600	3,07	4,61	0,3	OK	0,41	1	OK	0,29	OK	0,38	OK
MADRES A - COMB 2	0,10	0,1	0,2	3,2	1	1,78	0,6	1	24	2,7	2,7	11600	2,28	3,42	0,3	OK	0,41	1	OK	0,21	OK	0,29	OK
MADRES B - COMB 1	0,10	0,1	0,24	6	1	2,4	0,8	1	24	2,7	2,7	11600	10,80	9,38	0,6	OK	0,51	1	OK	0,38	OK	0,60	OK
MADRES B - COMB 2	0,10	0,1	0,24	6	1	1,78	0,6	1	24	2,7	2,7	11600	8,02	6,96	0,6	OK	0,51	1	OK	0,28	OK	0,45	OK
RINCÕES - COMB 1	0,10	0,1	0,24	5	1	3,8	0,8	1	24	2,7	2,7	11600	11,88	8,84	0,6	OK	0,40	1	OK	0,42	OK	0,68	OK
RINCÕES - COMB 2	0,10	0,1	0,24	5	1	2,86	0,6	1	24	2,7	2,7	11600	8,94	6,65	0,6	OK	0,40	1	OK	0,32	OK	0,51	OK
Vigas sótão - COMB 1	0,10	0,1	0,24	6	1	2	0,8	1	24	2,7	2,7	11600	9,00	9,38	0,6	OK	0,61	1	OK	0,38	OK	0,60	OK
Escadas sótão- COMB	0,10	0,1	0,16	2,2	1	2	0,8	1	24	2,7	2,7	11600	1,21	4,73	0,3	OK	0,50	1	OK	0,34	OK	0,37	OK

	Características geométricas			Características materiais		Características do carregamento				Deformação instantânea		Deformação total			Valores máximos admissíveis		
	b (m)	h (m)	L (m)	E _{méd} (GPa)	G _{méd} (GPa)	u _e P.P. (kN/m)	Q _e V (kN/m)	K _{def} Ge (P.P.)	K _{def} Qe (VV)	y ₂₁	u _{inst,G} (mm)	u _{inst,Q} (mm)	u _{fin,G} (mm)	u _{fin,V} (mm)	u _{fin,tota} l (mm)	1º Critério u _{inst} EI/300	2º Critério u _{fin} EI/200
MADRES A	0,1	0,2	3,2	11,6	0,67	1,4	0,4	0,60	0,60	0,30	2,63	0,75	4,21	0,89	5,70	OK	OK
MADRES B	0,1	0,2	6	11,6	0,67	1,4	0,4	0,60	0,60	0,30	12,96	3,70	20,74	4,37	25,11	OK	OK
RINCÕES	0,1	0,2	5	11,6	0,67	2,12	0,6	0,60	0,60	0,30	9,57	2,71	15,32	3,20	18,52	OK	OK
Vigas sótão	0,1	0,2	6	11,6	0,67	0,3	1,1	0,60	0,60	0,30	3,89	14,26	6,22	16,83	23,05	OK	OK
pernas escadas	0,1	0,2	2	11,6	0,67	0,3	1,1	0,60	0,60	0,30	0,29	1,07	0,47	1,26	1,73	OK	OK





- A1) Caracterização da geometria e do funcionamento estrutural
- A2) Avaliação do estado de conservação
- A3) Estimativa das características físicas e mecânicas (ensaios in situ + I&D...)



- A4) Avaliação da segurança estrutural



Elaboração de **projectos de reabilitação “knowledge based”** com impacto mínimo, perspectivando o equilíbrio entre salvaguarda, custo e funcionalidade



Intervenção estrutural

A escolha da solução estrutural...



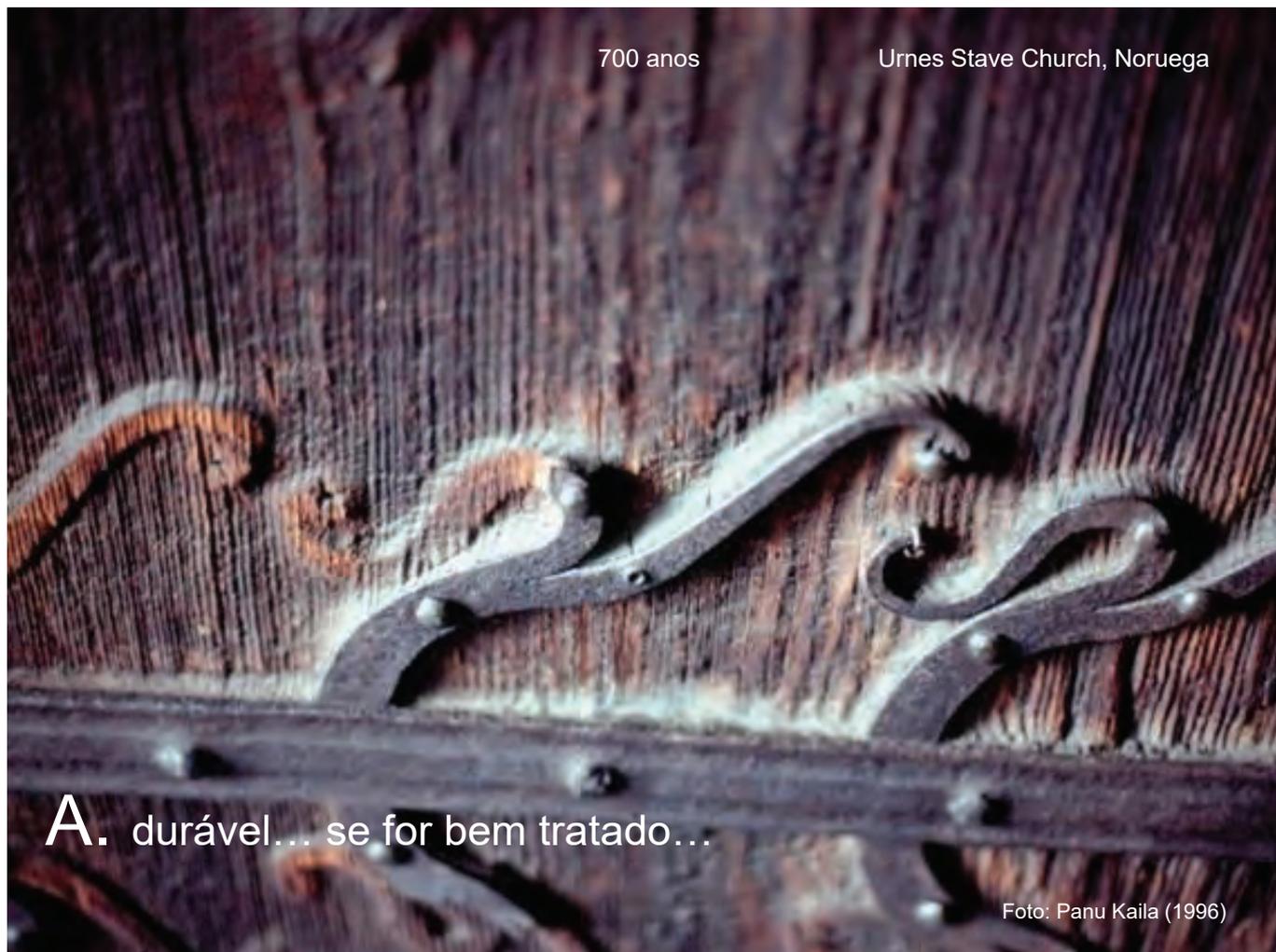
Resistência ao fogo
Intrusividade
Compatibilidade
Facilidade de montagem
Comportamento estrutural

Durabilidade
Custo (€)
Impacto ambiental
Reversibilidade

Peso
Facilidade de transporte
Geometria
Valor patrimonial

700 anos

Urnes Stave Church, Noruega



A. durável... se for bem tratado...

Foto: Panu Kaila (1996)



B. bom comportamento ao fogo...



C. boa relação resistência / peso



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



D. excelente trabalhabilidade



E. fácil de reforçar...

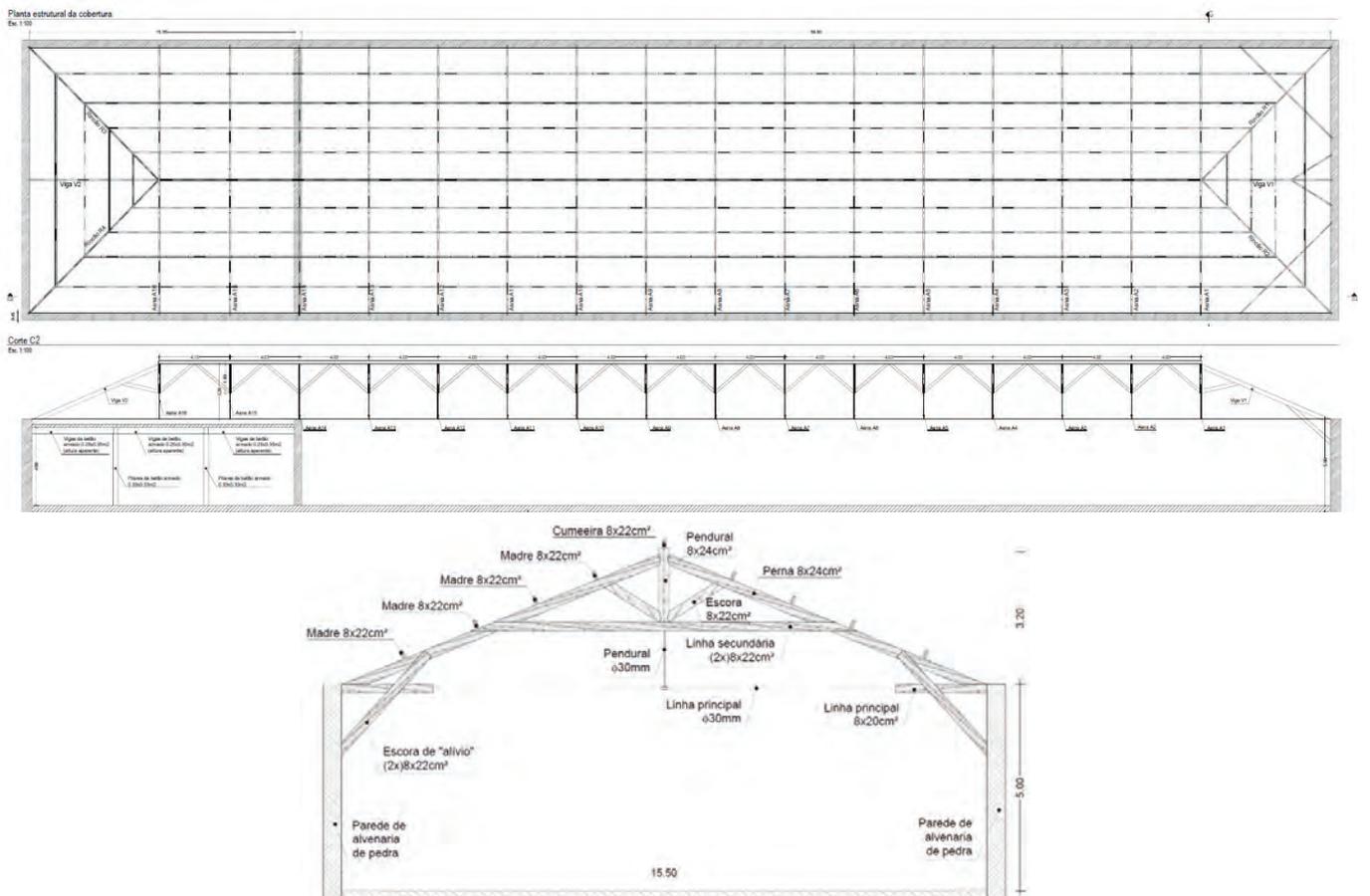


F. sustentável...



casos práticos
**armazéns vinho
do Porto**







 Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.





Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.





Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.





31

Departamento de Serviços Técnicos
 23 DEZ 1946

Exmo. Sr. Presidente

Camara Municipal de Gaia
 Registrada em Decreto-Lei n.º 1174
 de 23 de Setembro de 1936

Exmo. Sr. PRESIDENTE DA CAMARA MUNICIPAL DE GAIA

Serviços Técnicos
 Ana económica 1946
 Registrado com o N.º 2382
 Gaia, 24 de Setembro de 1946

A "REAL COMPANHIA VINICOLA DO NORTE DE PORTUGAL", com sede na R. Azevedo Magalhães, E.N. nºº, logar de Gervide, freguesia de Oliveira do Douro, com licença nº 804/46 para a reconstrução do edificio que fôra incendiado, dentro da sua propriedade sita no mesmo local, vêm juntar a documentação que lhe foi determinada pelos serviços técnicos dessa Exma. Camara, e que diz respeito aos cálculos e estatica gráfica das assas de cobertura tanto do Corpo da frente como da superficie dos Armazéns Gerais, solicitando porisso a competente autorização; pelo que, respectivamente

Pede deferimento

Gaia, 21 de Dezembro de 1946

Presidente

DEFERIDO nos termos da informação, dada no Reg. N.º 2892/1945. Em reunião de 22 de Dezembro de 1946. O Presidente, *Exmo. Sr. Presidente*

1 Fevereiro 1947

143/3

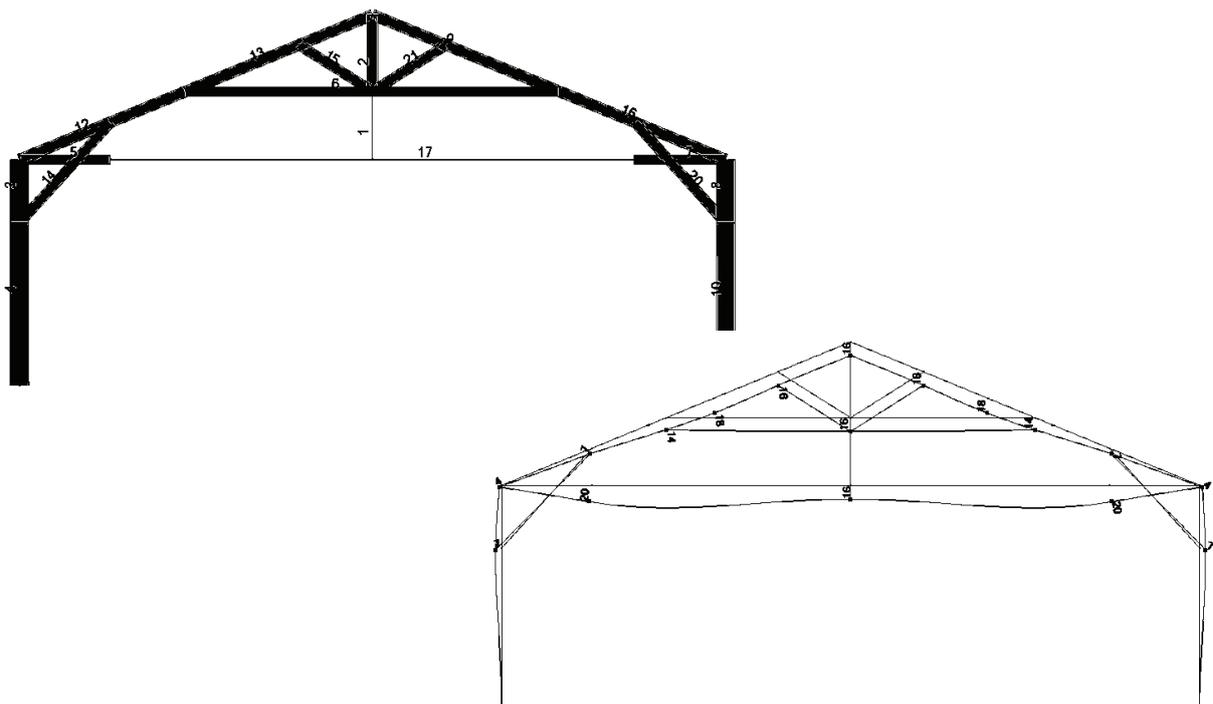
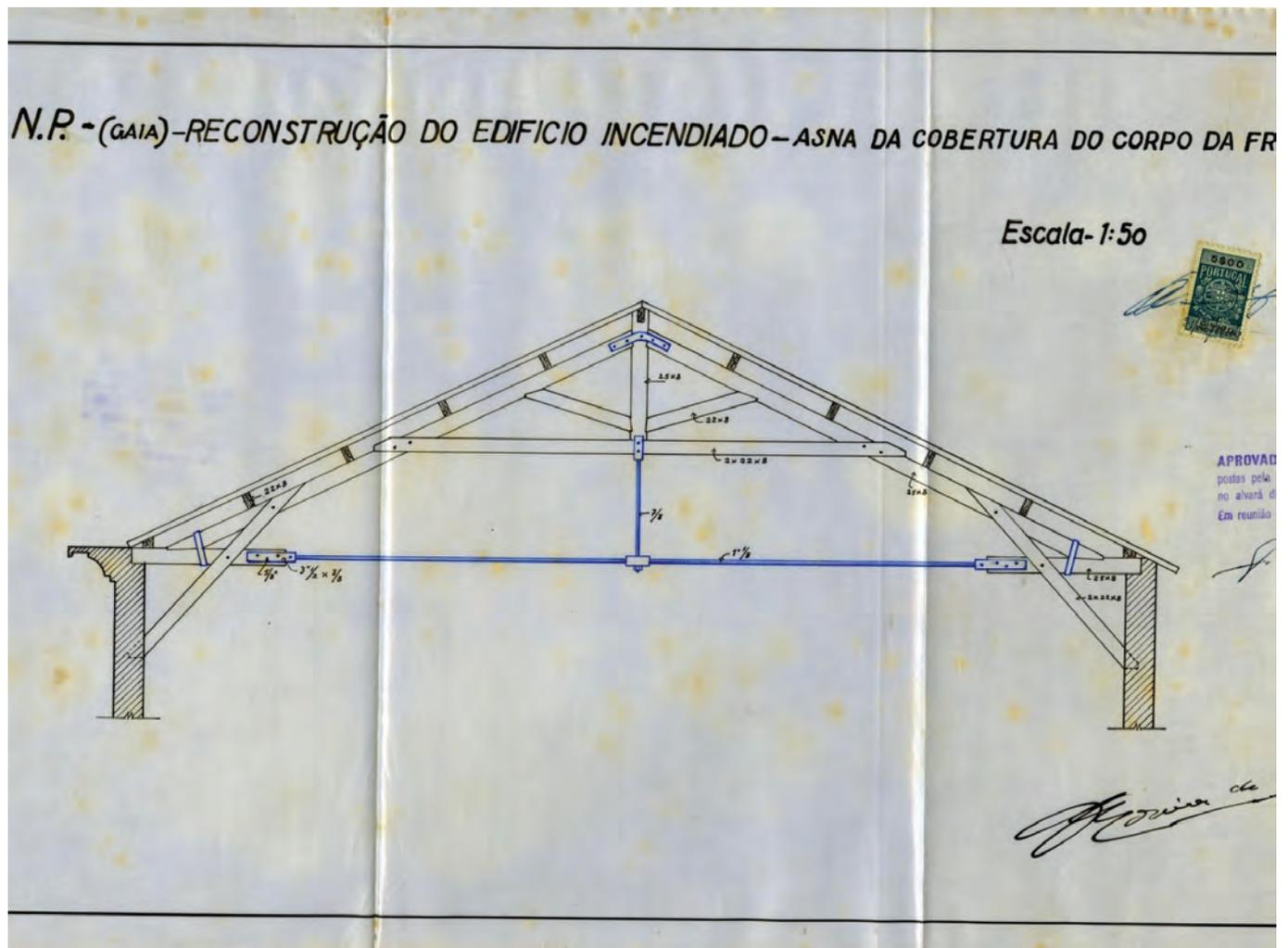
Exmo. Senho Engenheiro Fernando José de Az...

PÓRTO

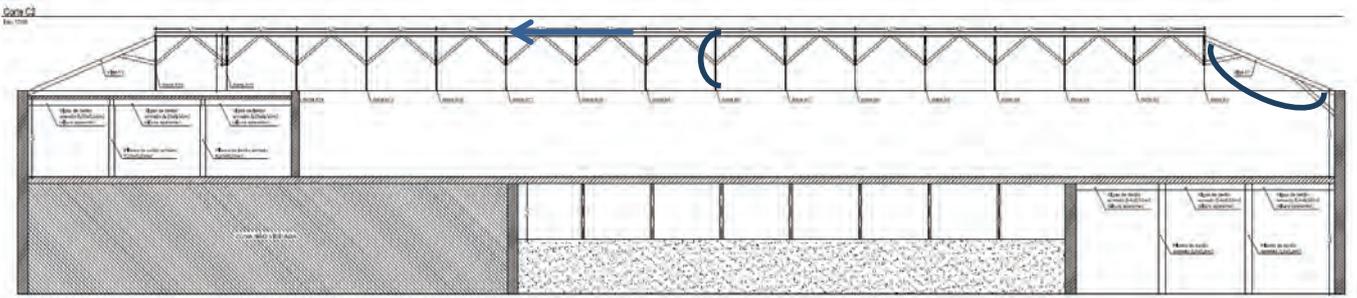
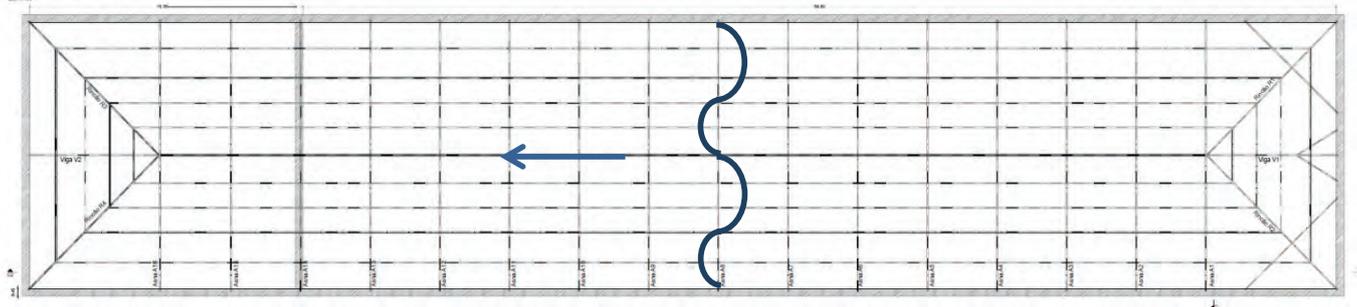
Tendo abetido, no dia 25 de Janeiro findo, a cobertura de um dos corpos do edificio em construção nos termos da Real Companhia Vinicola do Norte de Portugal que causou várias vítimas entre os operários que ali trabalhavam, cujo termo de responsabilidade é assinado por V. Ex.ª, com a finalidade de informar esta Câmara se as assas de cobertura que estão sendo construídas segundo o projecto apresentado a esta Câmara e aprovado em sua reunião ordinária de 14 Novembro de 1944.

A bem da Nação
 O Presidente da Câmara Municipal,
Exmo. Sr. Presidente

(Fernando José de Azevedo Moreira)

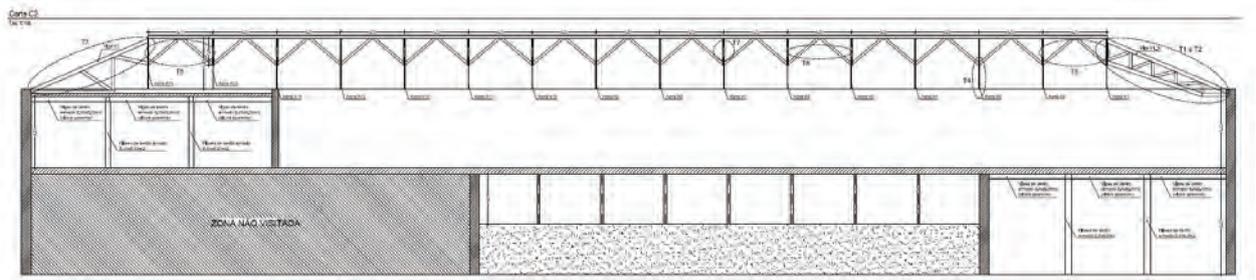
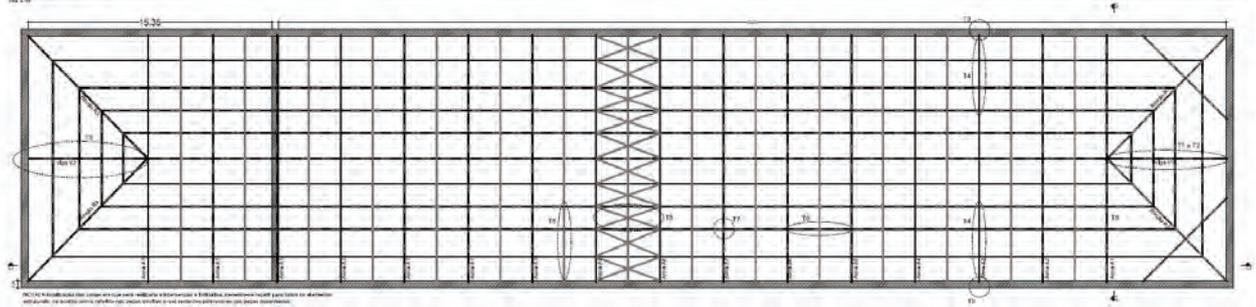


Planta estrutural da cobertura

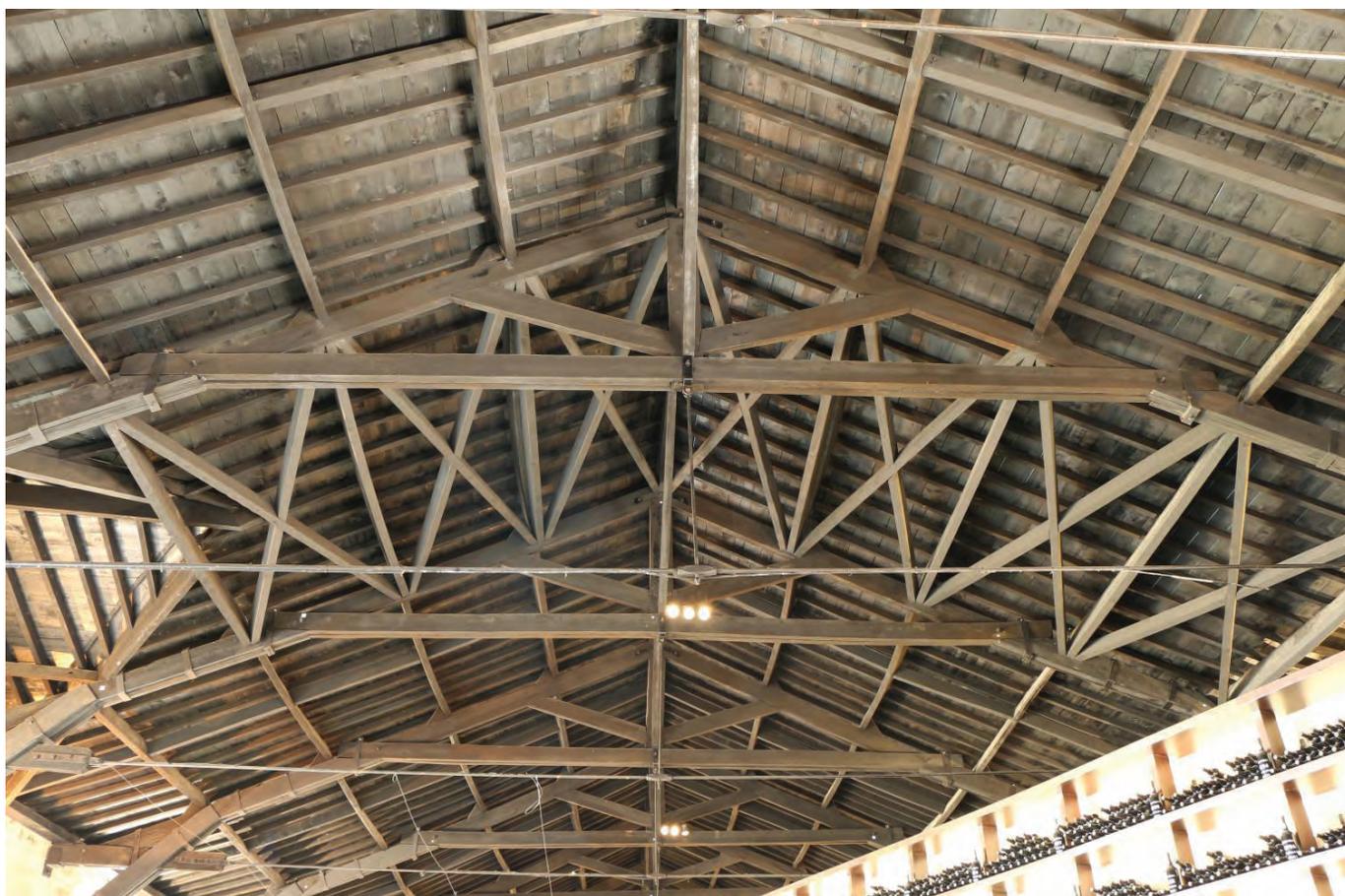
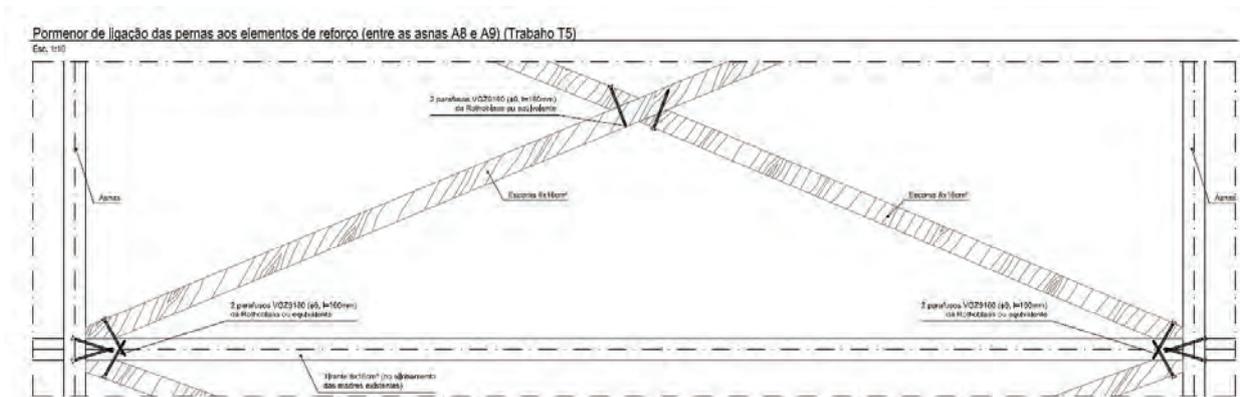


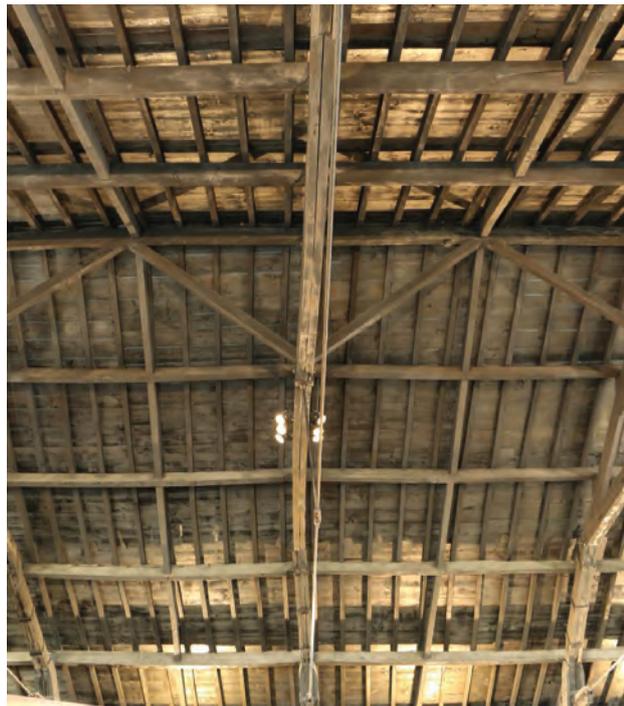
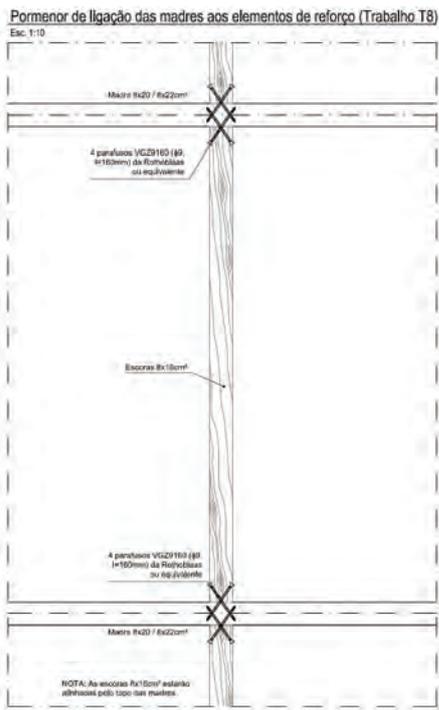
DB HERITAGE **LNEC** LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

Planta estrutural da cobertura



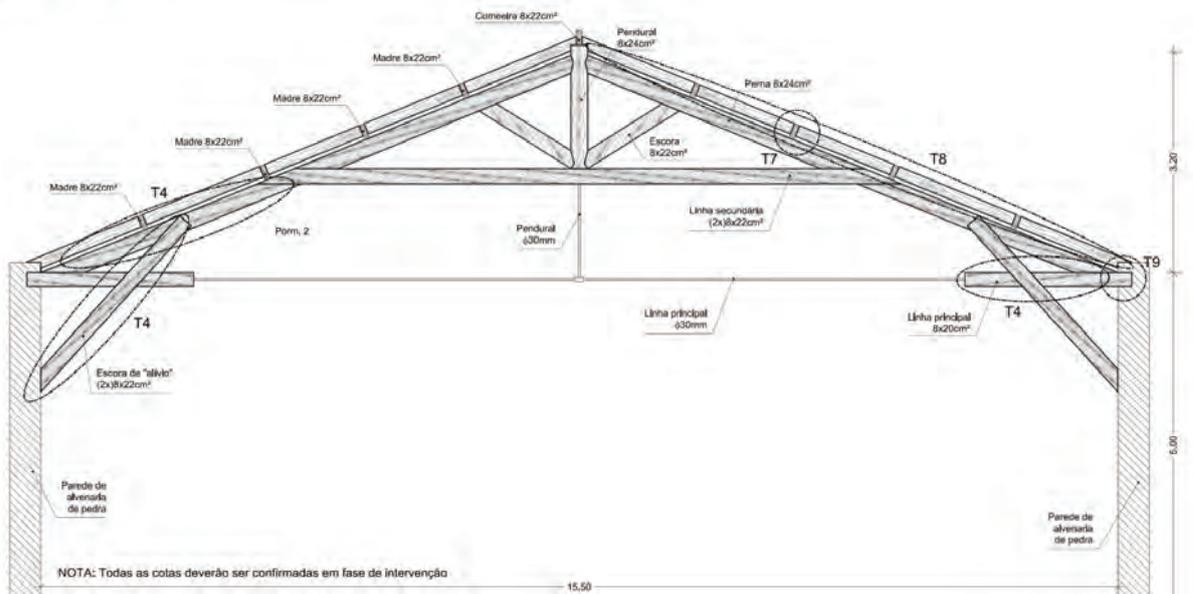
DB HERITAGE **LNEC** LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



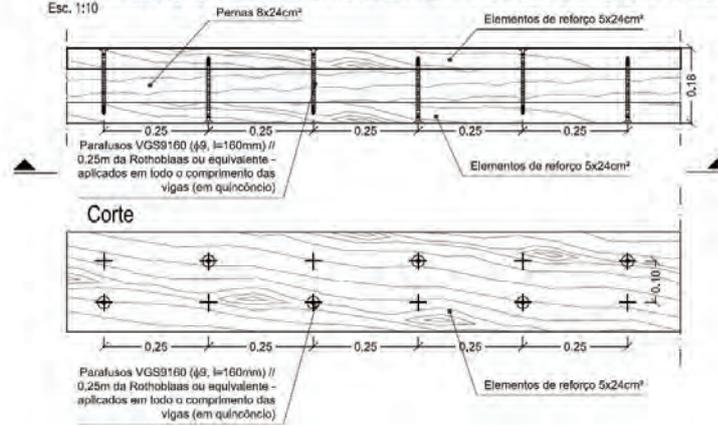


Alçado asnas principais

Esc. 1:50

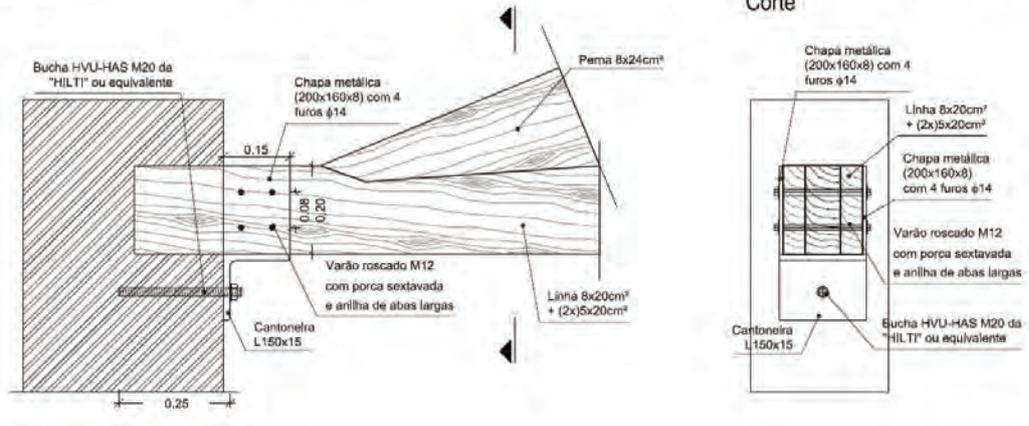


Pormenor de ligação das pernas, linhas "escoras de alívio" às peças de reforço (Trabalho T4)



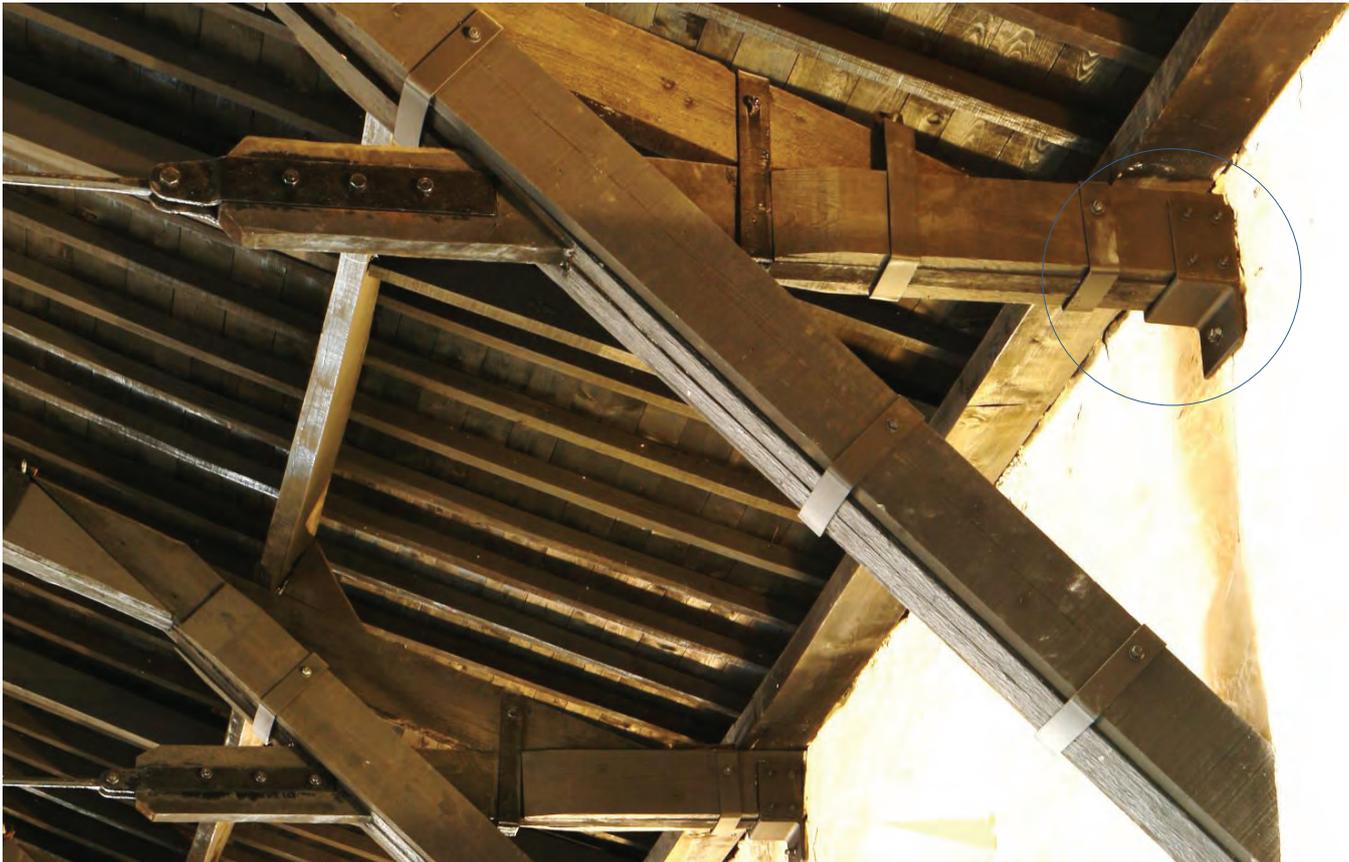
Pormenor de ligação entre pernas de madeira das asnas e as paredes de alvenaria de pedra - solução de reforço (Trabalho T9)

Esc. 1:10



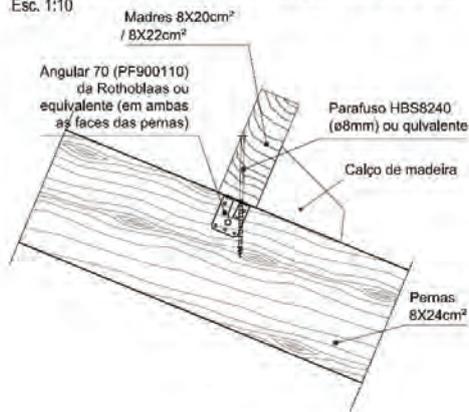


 Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

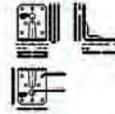


Pormenor fixação madres / pernas das asnas (Trabalho T7)

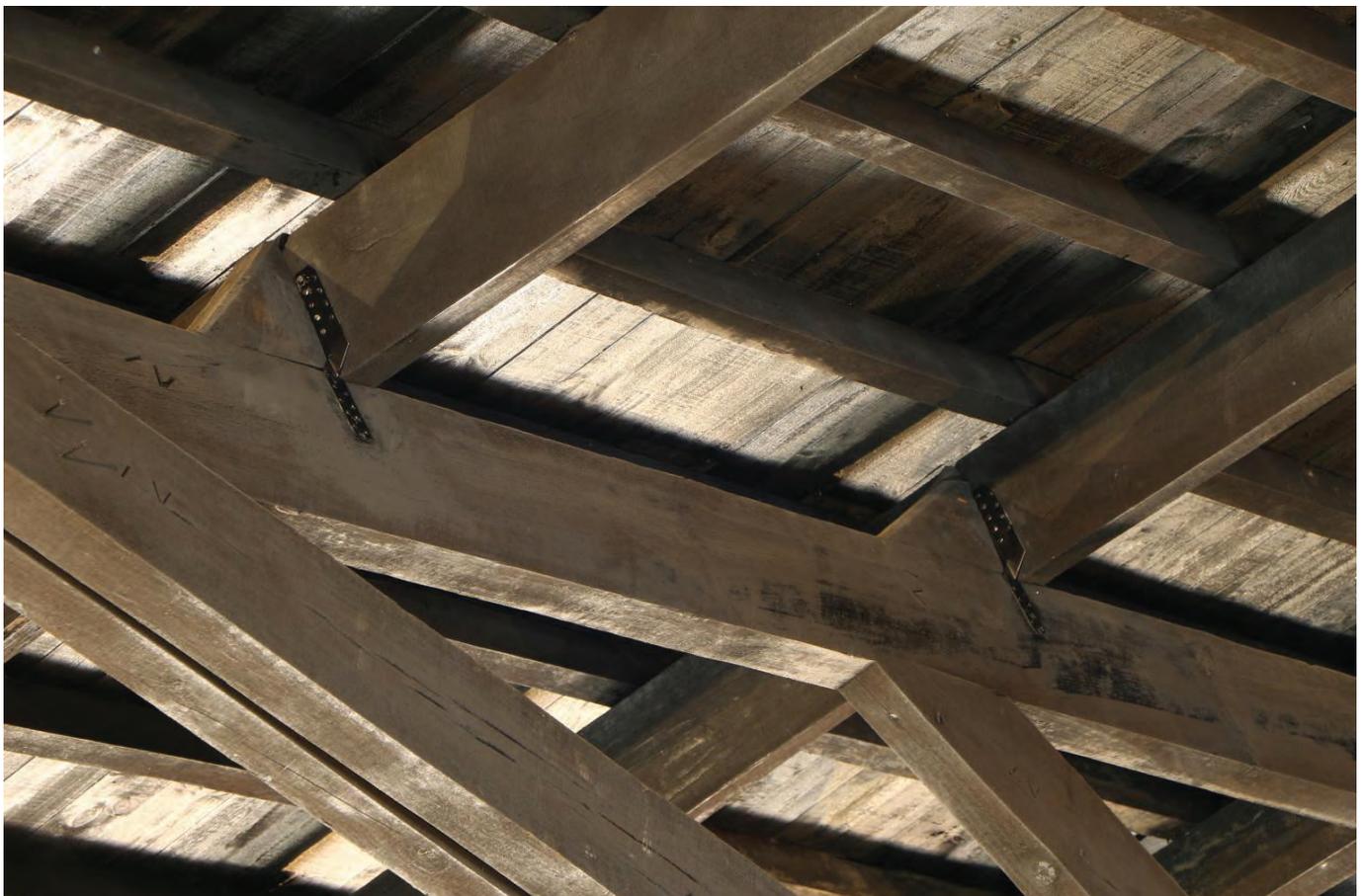
Esc. 1:10

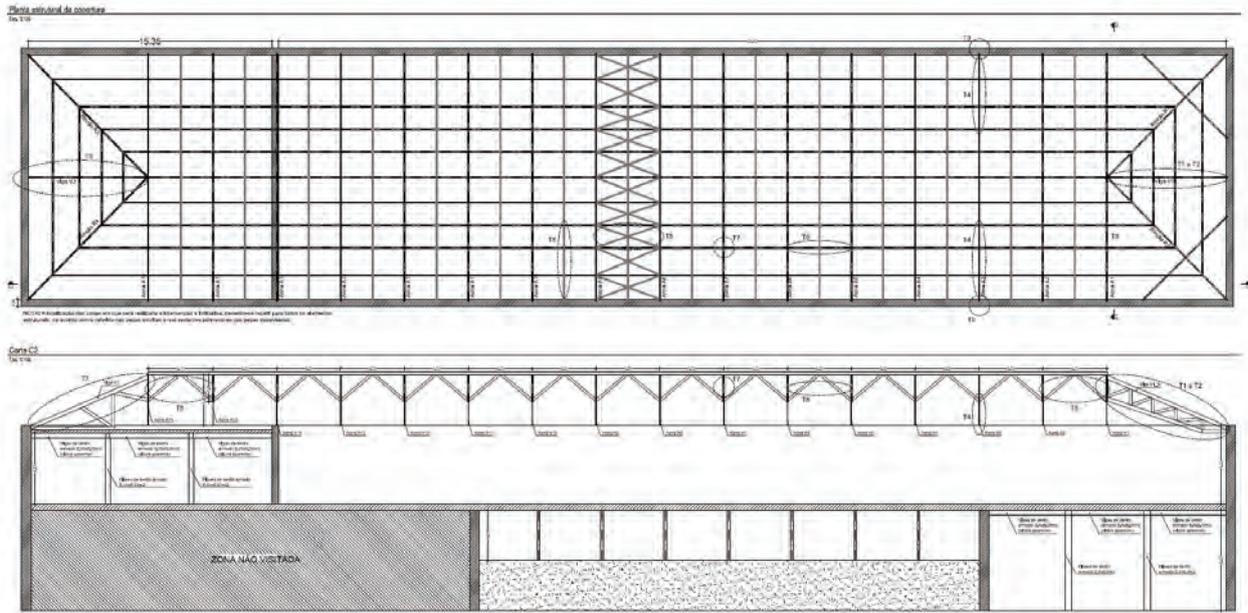


Pormenor do angular 70 (PF900110)



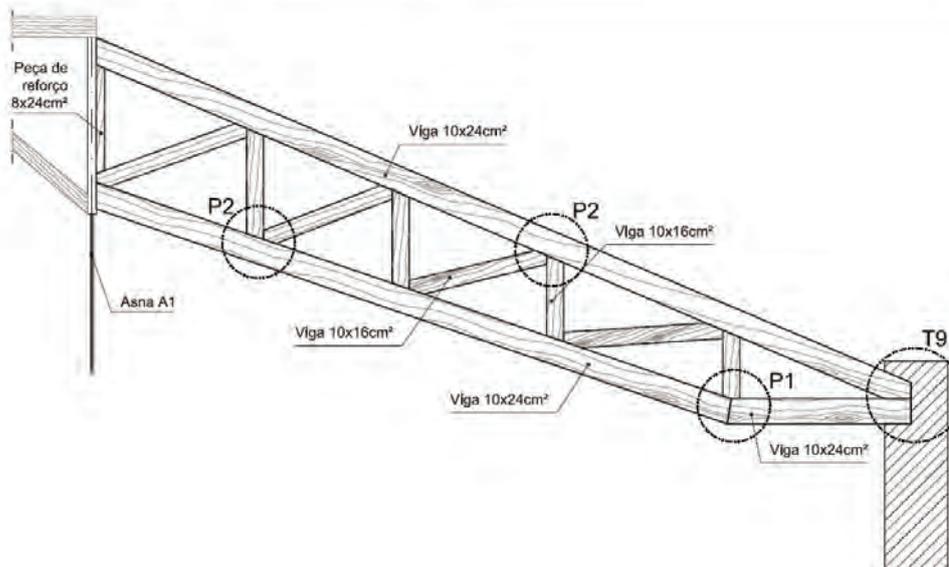
NOTA: A ligação dos angulares 70 aos elementos de madeira será feita com pregos Anker, Parafusos e Ancoradores aparafusáveis





Alçado da nova viga V1_N (Trabalho T2)

Esc. 1:50

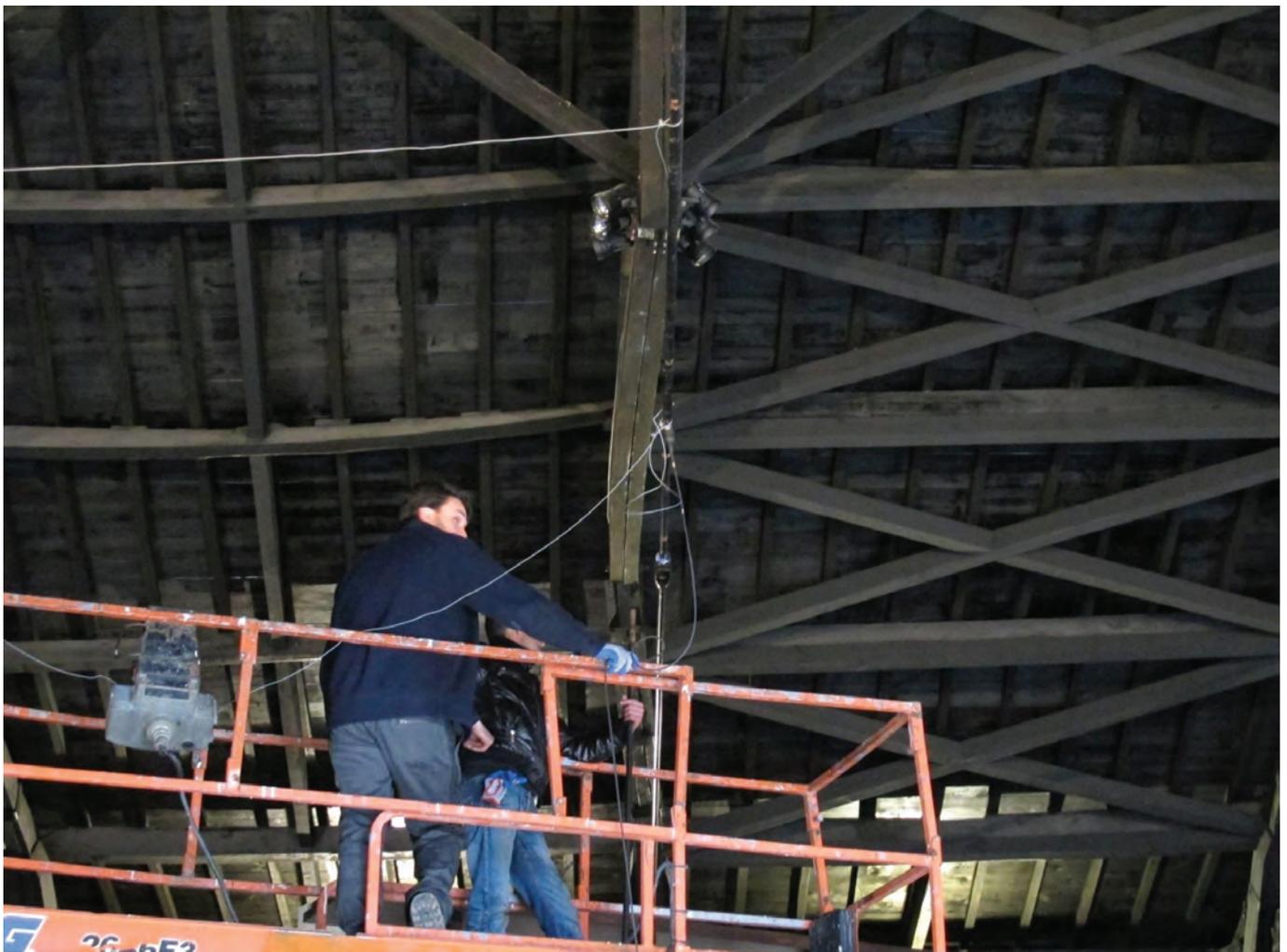




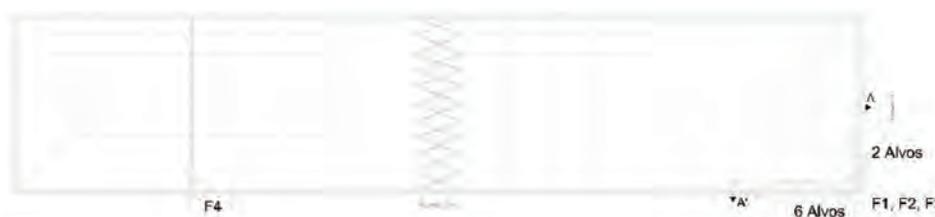
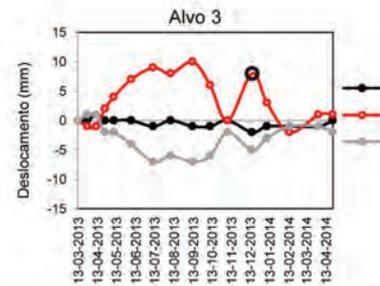
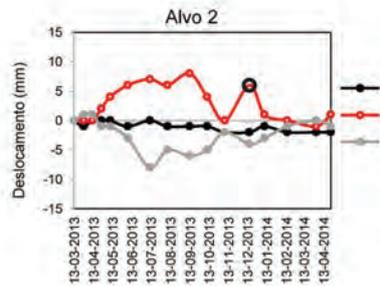
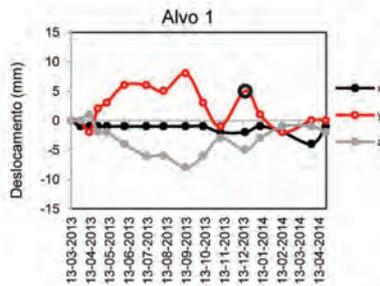
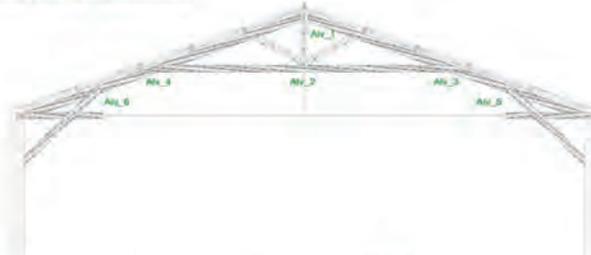
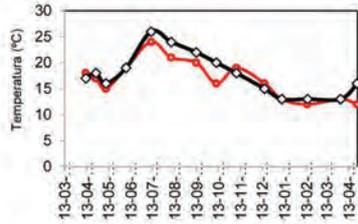
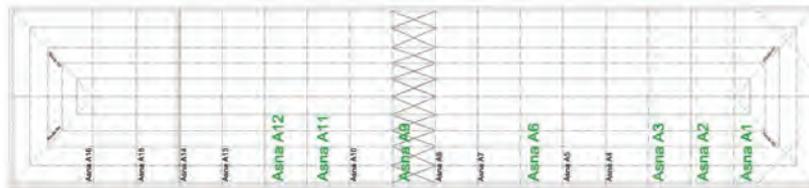
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.





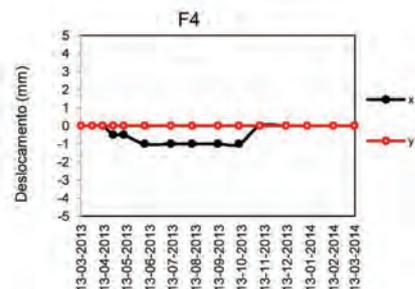
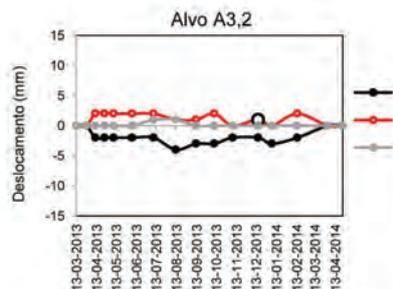
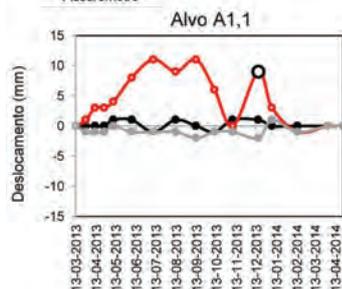


A1,1 A2,1 F1 A1,2 A2,2 A3,2 A4,2
F2 A5,2 A6,2
F3

Parede Sul

Parede Oeste

Alvo topográfico
Fissurómetro





Prémio João de
Almada 2017

casos práticos

boavista, porto



CONSULTORIA
EM REABILITAÇÃO
DO EDIFÍCIO
E PATRIMÓNIO.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

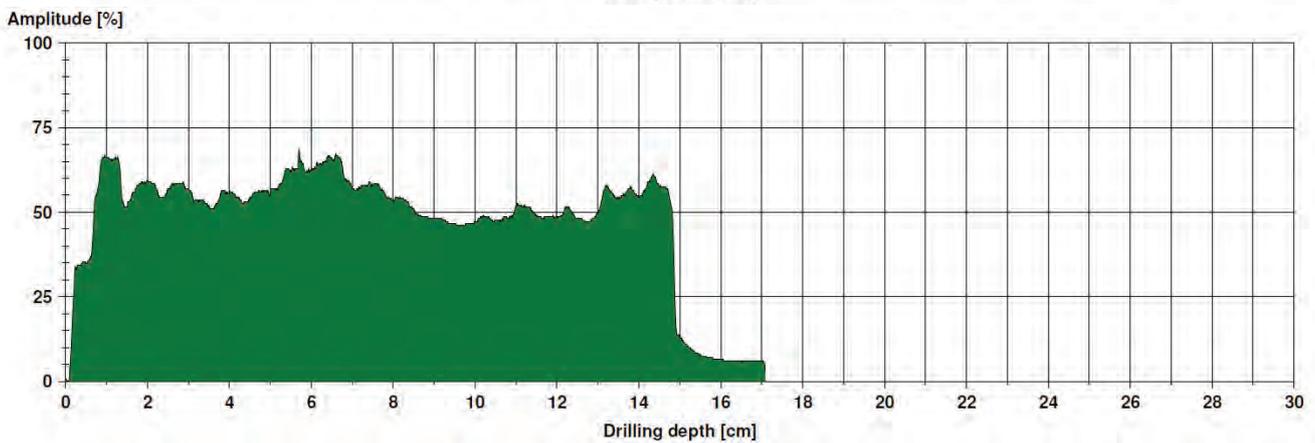
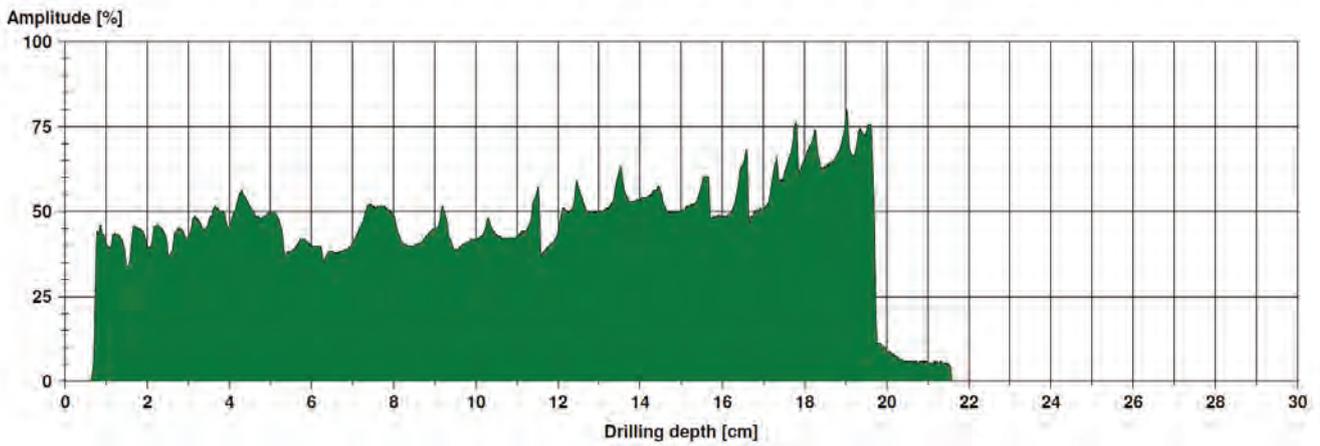


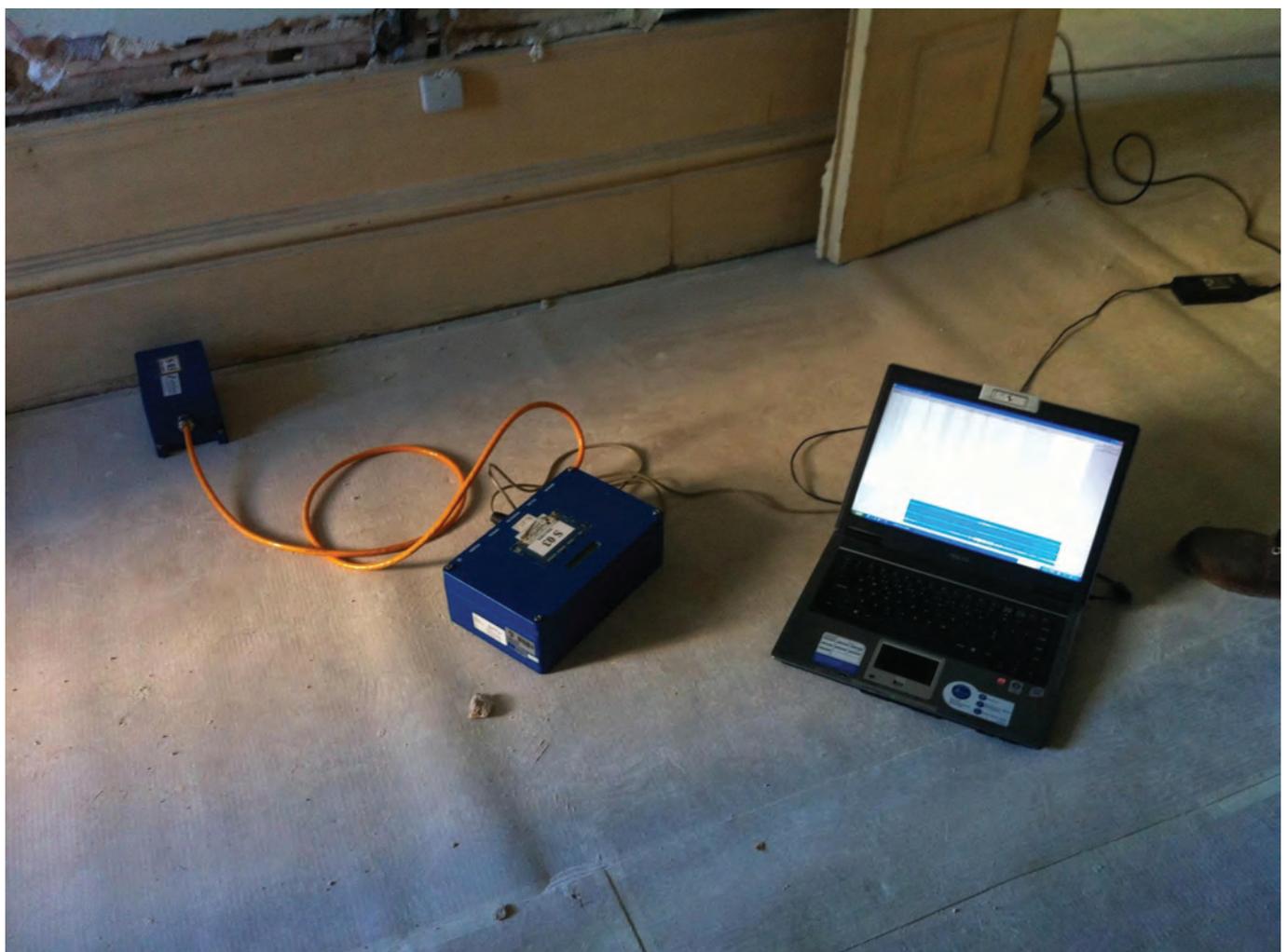
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

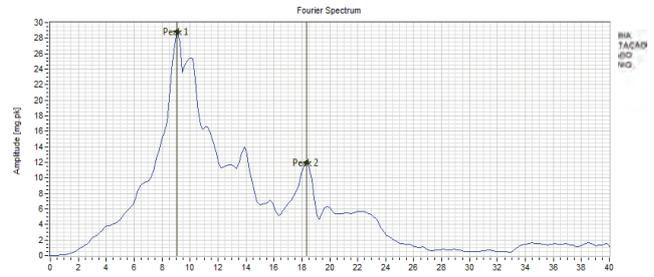
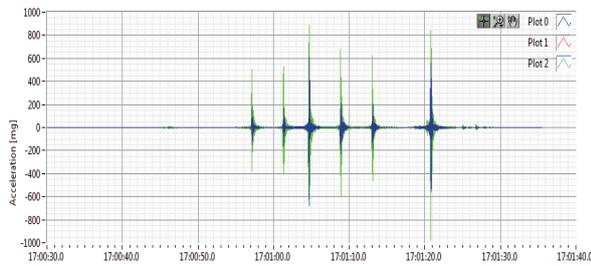


Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.









Caso: Valores só com cargas permanentes

LO C1	Pavimento			Soaço			Vigas				Propriedades			Verif. Estática			Verif. Velocidade			
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>l_{soaço}</i>	<i>t_{soaço}</i>	<i>E_{soaço}</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>afast.</i>	<i>E_{vigas}</i>	<i>l_{eq}</i>	<i>k_{amp}</i>	<i>Amortec.</i>	<i>Freq.</i>	<i>a</i>	<i>a_{max}</i>	Ratio	<i>v_p</i>	<i>v</i>	Ratio
	m	m	kg/m ²	m	m	GPa	m	m	m	GPa	mm		%	Hz	mm	mm		m/(Ns ²)	v<v _p	
	5	8,75	60	1	0,03	10	0,18	0,18	0,65	10	5	1,05	2%	9,41	1,05	1,41	0,74	0,021	0,009	0,43

Caso: Valores calibrados com a identificação dinâmica

LO C1	Pavimento			Soaço			Vigas				Propriedades			Verif. Estática			Verif. Velocidade			
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>l_{soaço}</i>	<i>t_{soaço}</i>	<i>E_{soaço}</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>afast.</i>	<i>E_{vigas}</i>	<i>l_{eq}</i>	<i>k_{amp}</i>	<i>Amortec.</i>	<i>Freq.</i>	<i>a</i>	<i>a_{max}</i>	Ratio	<i>v_p</i>	<i>v</i>	Ratio
	m	m	kg/m ²	m	m	GPa	m	m	m	GPa	mm		%	Hz	mm	mm		m/(Ns ²)	v<v _p	
	5	8,75	60	1	0,03	10	0,2	0,2	0,65	10	5	1,05	2%	11,62	0,69	1,41	0,49	0,023	0,009	0,39

Caso: Zona corrente do pavimento

LO C1	Pavimento			Soaço			Vigas				Propriedades			Verif. Estática			Verif. Velocidade				
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>l_{soaço}</i>	<i>t_{soaço}</i>	<i>E_{soaço}</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>afast.</i>	<i>E_{vigas}</i>	<i>l_{eq}</i>	<i>k_{amp}</i>	<i>Amortec.</i>	<i>Freq.</i>	<i>a</i>	<i>a_{max}</i>	Ratio	<i>v_p</i>	<i>v</i>	Ratio	
	m	m	kg/m ²	m	m	GPa	m	m	m	GPa	mm		%	Hz	mm	mm		m/(Ns ²)	v<v _p		
	5	8,75	121,2	1	0,03	10	0,2	0,2	0,65	10	5	1,05	2%	8,18	0,69	1,41	0,49	0,016	0,005	0,34	
Sobrecarga (LOC1)		2 kN/m ²			Psi,2		0,3														

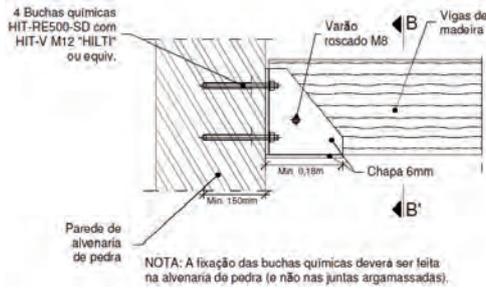
Caso: Zona da caixa

LO C1	Pavimento			Soaço			Vigas				Propriedades			Verif. Estática			Verif. Velocidade				
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>m</i>	<i>l_{soaço}</i>	<i>t_{soaço}</i>	<i>E_{soaço}</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>afast.</i>	<i>E_{vigas}</i>	<i>l_{eq}</i>	<i>k_{amp}</i>	<i>Amortec.</i>	<i>Freq.</i>	<i>a</i>	<i>a_{max}</i>	Ratio	<i>v_p</i>	<i>v</i>	Ratio	
	m	m	kg/m ²	m	m	GPa	m	m	m	GPa	mm		%	Hz	mm	mm		m/(Ns ²)	v<v _p		
	4	8,75	211,2	1	0,03	10	0,2	0,2	0,65	10	4	1,05	2%	9,68	0,35	1,80	0,20	0,017	0,004	0,27	
Sobrecarga (LOC1)		2 kN/m ²			Psi,2		0,3														



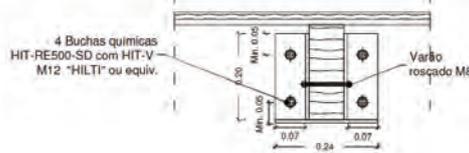
PORMENOR - Apoio das novas vigas de madeira nas paredes de alvenaria de pedra

Esc. 1:10



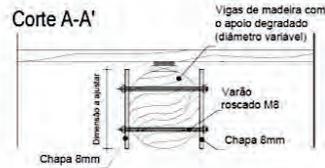
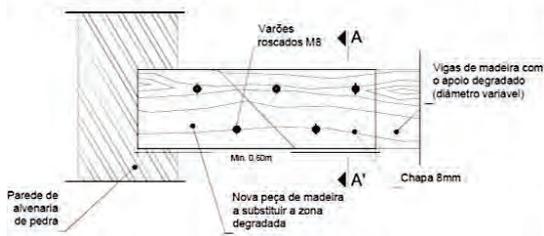
NOTA: A fixação das buchas químicas deverá ser feita na alvenaria de pedra (e não nas juntas argamassadas).

Corte A-A'



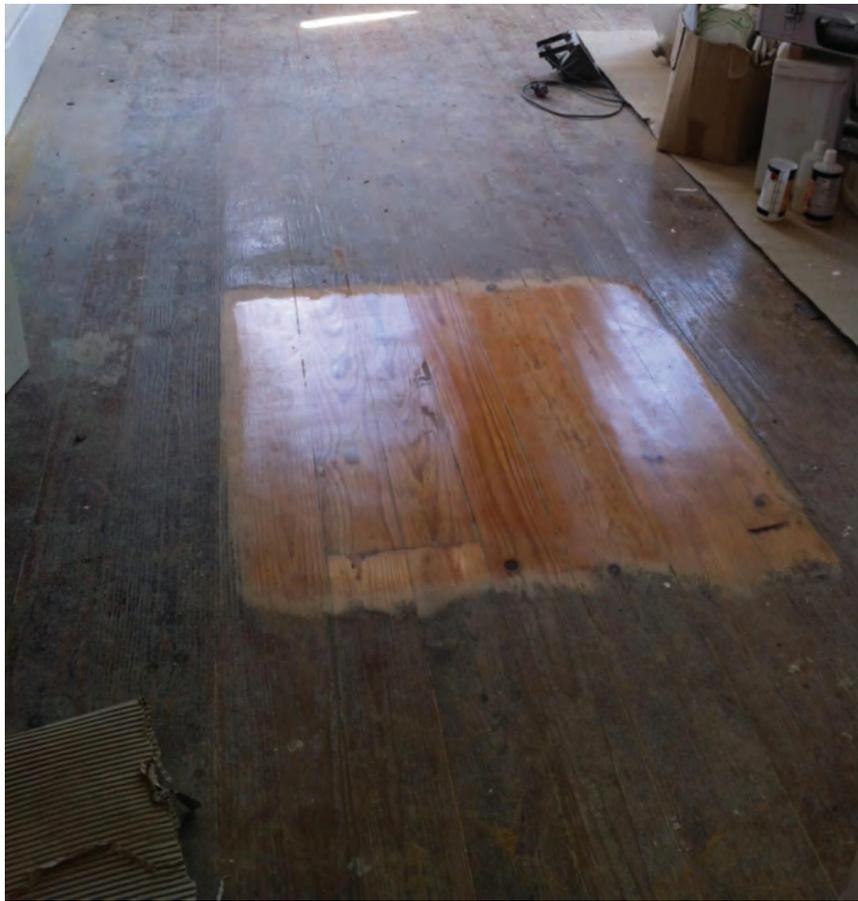
Pormenor de reforço estrutural de vigas de madeira degradadas na zona dos apoios

Esc. 1:10



NOTA: As faces das vigas devem ser regularizadas para receberem as chapas metálicas





Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



NCR
EP

CONSULTORIA,
EMBELETAÇÃO
DO EDIFÍCIO
E PATRIMÓNIO.



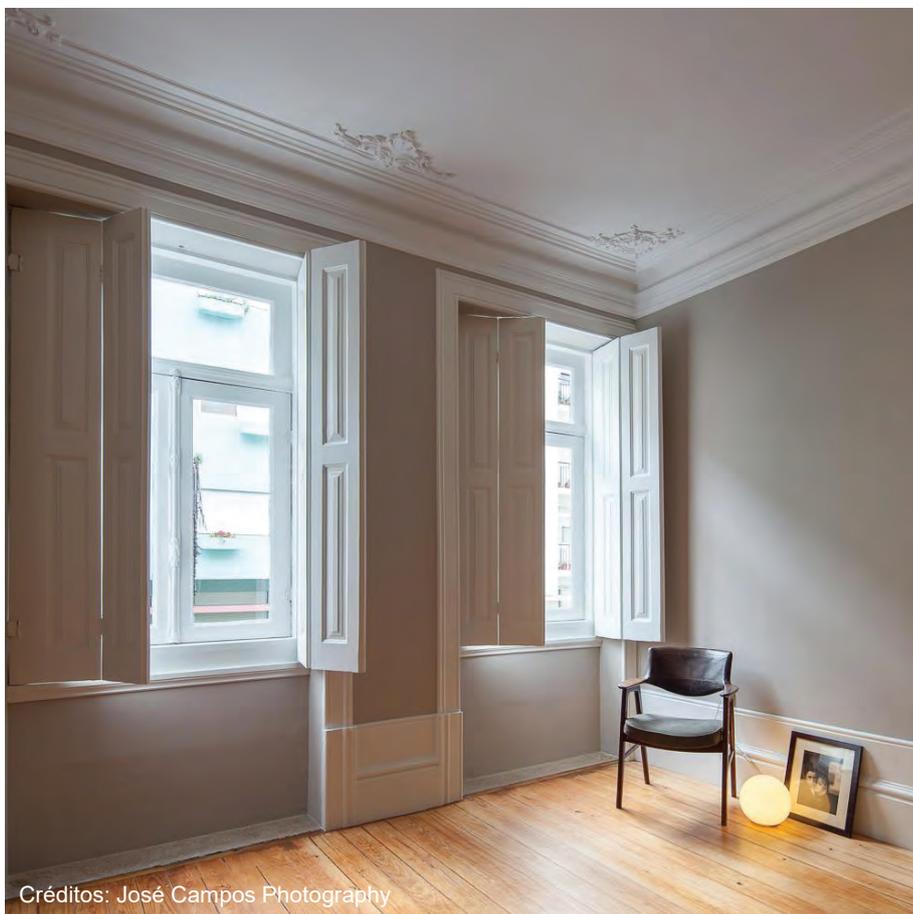
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Créditos: José Campos Photography



Créditos: José Campos Photography



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: José Campos Photography



Créditos: José Campos Photography



A cerâmica e o contexto local

Ana Velosa – Engenheira Civil, Universidade de Aveiro

avelosa@ua.pt

resumo No âmbito do projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial, PTDC/EPH-PAT/4684/2014, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia), foi efetuado um trabalho de catalogação de diversos elementos cerâmicos, compreendendo telhas, tijolos e outros elementos. Neste contexto, para além da recolha, análise e registo de diversas amostras dispersas pelo território nacional, foi efetuada uma contextualização histórica dos centros produtivos, verificando-se o aparecimento de “clusters” de produção cerâmica em certas zonas do país. Embora a produção cerâmica tenha sofrido oscilações significativas ao longo das épocas, com um auge produtivo no século XIX, verifica-se uma interligação da localização dos centros de produção à existência de matéria-prima, embora existam exceções. Também existe uma variação de produtos que não é alheia à localização no território nacional. Um exemplo de produção e uso de materiais cerâmicos na construção são as paredes “pão de açúcar” de Aveiro. Nesta comunicação será apresentado um resumo histórico da produção cerâmica ao longo dos tempos com ênfase na ligação aos contextos locais e serão dados exemplos inseridos no projeto DB-HERITAGE.



Ana Velosa
Universidade de Aveiro

04 de dezembro, 2019



A Cerâmica e o contexto local

A arte cerâmica resulta do processo de mistura da matéria-prima de argila com água, formando uma pasta maleável e sendo possível obter diferentes formas. A cozedura permite solidificar o material e adquirir elevadas resistências na sua aplicação. A forma e a sua decoração geram diversidade de aplicação e de enquadramento estético.



A Cerâmica e o contexto local

Produção Cerâmica e fatores

Localização geográfica
 Extração e transformação de matérias-primas
 Mão-de-obra
 Fonte de energia
 Evolução tecnológica



A Cerâmica e o contexto local

Produtos Cerâmicos

Cerâmica utilitária e decorativa (louças cerâmicas de decoração e utensílios, louças de mesa, de cozinha, louças de porcelana, faiança, grés e terracota)

Cerâmica de louça sanitária (louça sanitária em porcelana, grés fino e grés, incluindo bacias, lavatórios, tanques, bases de chuveiro, banheiras,...)

Cerâmica estrutural (telhas, tijolos, ladrilhos, grés para a construção e pavimentos rústicos)

Cerâmica de pavimentos e revestimentos (azulejos, ladrilhos, mosaicos e placas cerâmicas)

Cerâmicas especiais (isoladores elétricos, produtos refratários e outros)



A Cerâmica e o contexto local

Principais Características

Funcionalidade
 Dureza
 Resistência ao desgaste e corrosão
 Durabilidade
 Isolamento
 Reduzida manutenção
 Decoração
 Fragilidade ☹️



A Cerâmica e o contexto local



Matérias-primas e produção local

As matérias-primas existentes em cada local determinam a produção de materiais característicos.

Várias zonas apresentam boas condições para produção, devido à sua localização e características geológicas.

Para **pavimentos, revestimentos, louças sanitárias ou outros materiais cerâmicos** as matérias-primas cerâmicas mais utilizadas são **argila comum, areia, caulino, feldspato e calcário**.

Olarias preconizam a era de produção cerâmica que potenciou a produção de cerâmicos a uma escala industrial: aparecimento das primeiras **Fábricas Cerâmicas**.

Século XVIII surgiram as primeiras fábricas, destacando-se a **Fábrica de Louça de Massarelos, no Porto**.



A Cerâmica e o contexto local



Matérias-primas e produção local

A **industrialização** permitiu uma evolução a nível da produção cerâmica, existindo mais unidades fabris, com outras dimensões e novas técnicas;

No século XVIII predominava a **faiança** na produção Portuguesa e Aveiro distinguiu-se pela **produção de tijolos, ladrilhos, telhas, azulejos e materiais de uso corrente**.



Entre os séculos XVII e XIX a **produção de azulejos** caracterizava-se pela execução de lastras que eram cortadas nos formatos pretendidos. Seguia-se o padrão decorativo e a cozedura do vidrado.

As fábricas de **Massarelos** e das **Devesas** no Porto, bem como da **Fonte Nova** e **Vista Alegre** em Aveiro têm particular ênfase, pela sua produção e o seu longo período de laboração.



A Cerâmica e o contexto local

Produção cerâmica

Empresa Electro Cerâmica	Fábrica Cerâmica do Fojo	Fábrica da Madalena	Fábrica das Devesas
Empresa Industrial de Ermesinde	Fábrica da Bandeira	Fábrica da Rasa	Fábrica das Fontainhas
Fábrica Aleluia	Fábrica da Corticeira	Fábrica da Rua do Sol	Fábrica das Palhacinhas
Fábrica Cerâmica de Valadares	Fábrica da Fervença	Fábrica da Torrinha	Fábrica das Regadas
Fábrica Cerâmica de VianaGrés	Fábrica da Fonte Nova	Fábrica da Vista Alegre	Fábrica de Barros & Ventura
Fábrica Cerâmica do Douro	Fábrica da Junqueira	Fábrica Darque ou de Viana	Fábrica de Entre Quinhas



A Cerâmica e o contexto local

Produção cerâmica

Fábrica de Jerónimo Pereira de Campos	Fábrica de Soares dos Reis	Fábrica do Carvalhinho (1840-1923)	Fábrica do Lazareto
Fábrica de Massarelos	Fábrica de Trás-os-Vales	Fábrica do Carvalhinho (1923-1974)	Fábrica do Lazareto
Fábrica de Miragaia	Fábrica de Vilar do Paraíso	Fábrica do Cavaco	Fábrica do Monte Cavaco
Fábrica de Oliveira do Douro	Fábrica do Alto da Fontinha	Fábrica do Cavaquinho	Fábrica do Senhor d'Além
Fábrica de Santo António do Vale da Piedade	Fábrica do Candal	Fábrica do Choupelo	Fábrica Nova do Arnaud
Fábrica de Santo Ovídio	Fábrica do Carvalhido	Fábrica do Côjo	Fábrica Santos Mártires



A Cerâmica e o contexto local

Intervenção e o Património Edificado

- Ações de reabilitação e conservação em edifícios antigos têm por base um plano de intervenção centrado em materiais, métodos e técnicas compatíveis a aplicar.
- A caracterização de materiais é fundamental no apoio a decisões e à elaboração do plano de intervenção.
- A compilação e organização destes dados é importante e útil.



Projeto DB-Heritage



A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage

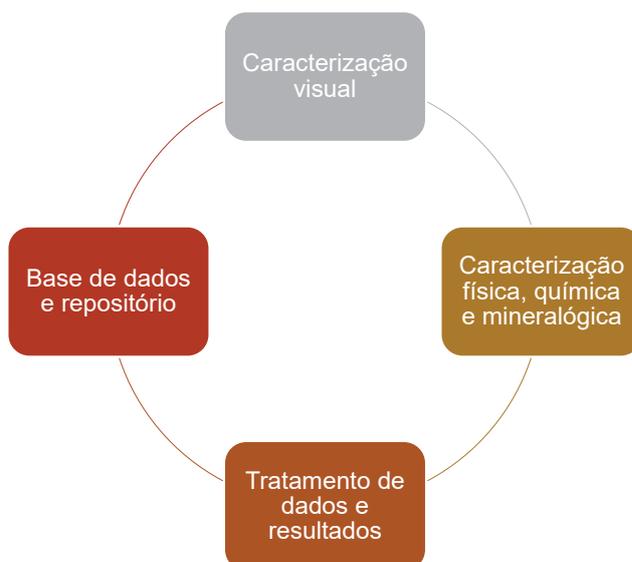
(DataBase of building materials with historical and heritage interest)

- Preservar a informação do **valor histórico** dos materiais.
- **Inovar** na utilização de **materiais e métodos** em ações de **conservação e restauro**.
- Desenvolver uma **aplicação** (base de dados) para **registo da informação e caracterização** relativos aos materiais em estudo, desde a história às suas propriedades.



A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage



Granulometria (peneiração via seca e via húmida)
 Absorção de água
 Resistência mecânica
 Difração de Raios-x (DRX)
 Fluorescência de Raios-x (FRX)
 Microscopia eletrónica de varrimento (SEM/EDS)
 Análise Termogravimétrica
 FT-IR
 Densidade
 (...)



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado

Casa do Seixal, Aveiro



Edifício Fundão

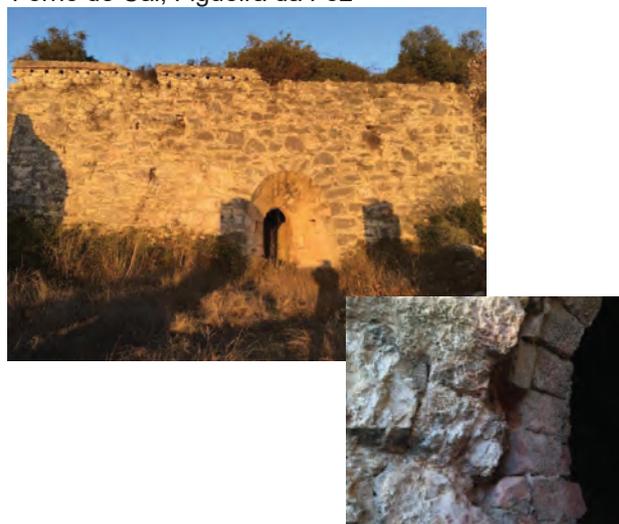


A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado



Forno de Cal, Figueira da Foz



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado

Casa da Arrochela, Aveiro



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado

Edifício Rua dos Caldeireiros, 183 a 185 e 187 a 189, Porto



Edifício Rua Chã, 52 a 60 (escavação arqueológica), Porto



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado

Edifício Rua da Bandeirinha, 40,
Porto



A Cerâmica e o contexto local

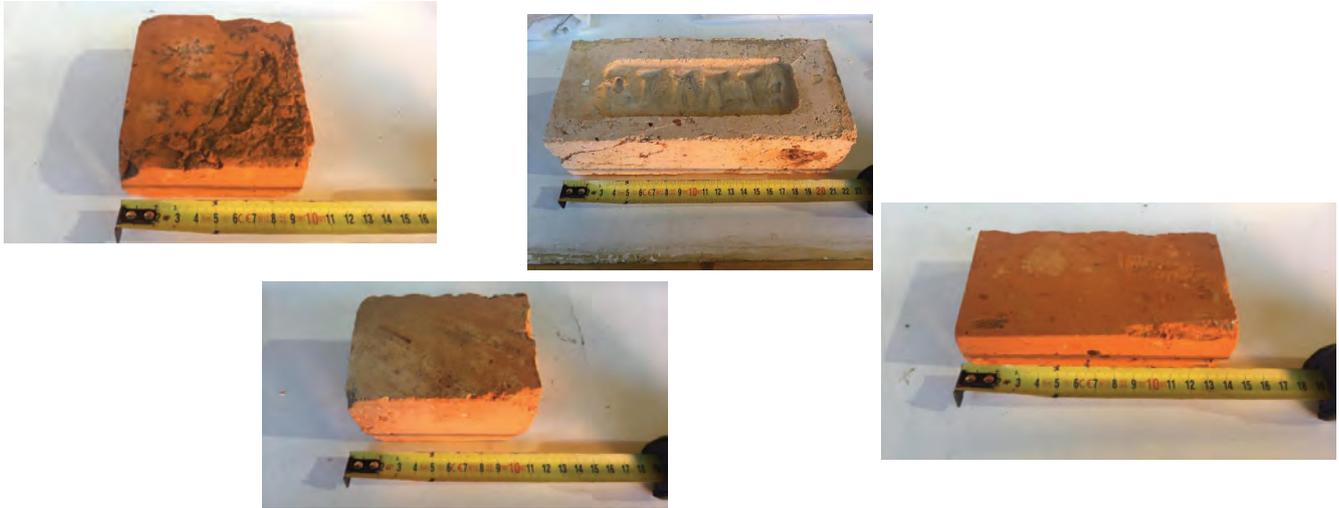
Materiais e o Património Edificado

Edifício Rua Nova da Alfândega, 74 a 76, Porto



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado



A Cerâmica e o contexto local

Materiais e o Património Edificado

Adobe



A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage

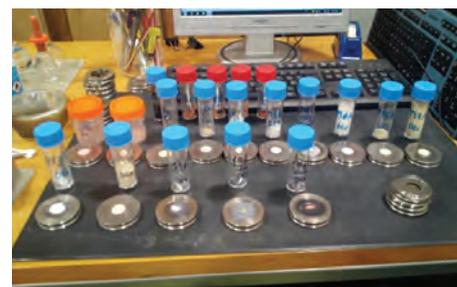
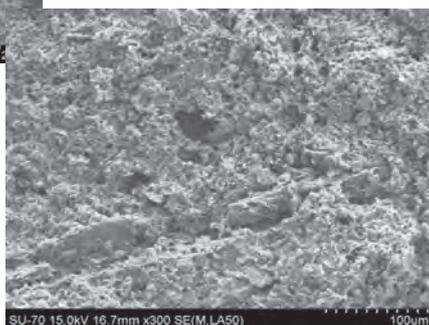
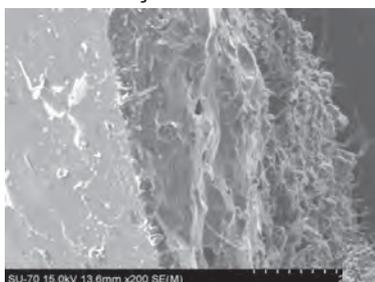
Caracterização de materiais



A Cerâmica e o contexto local

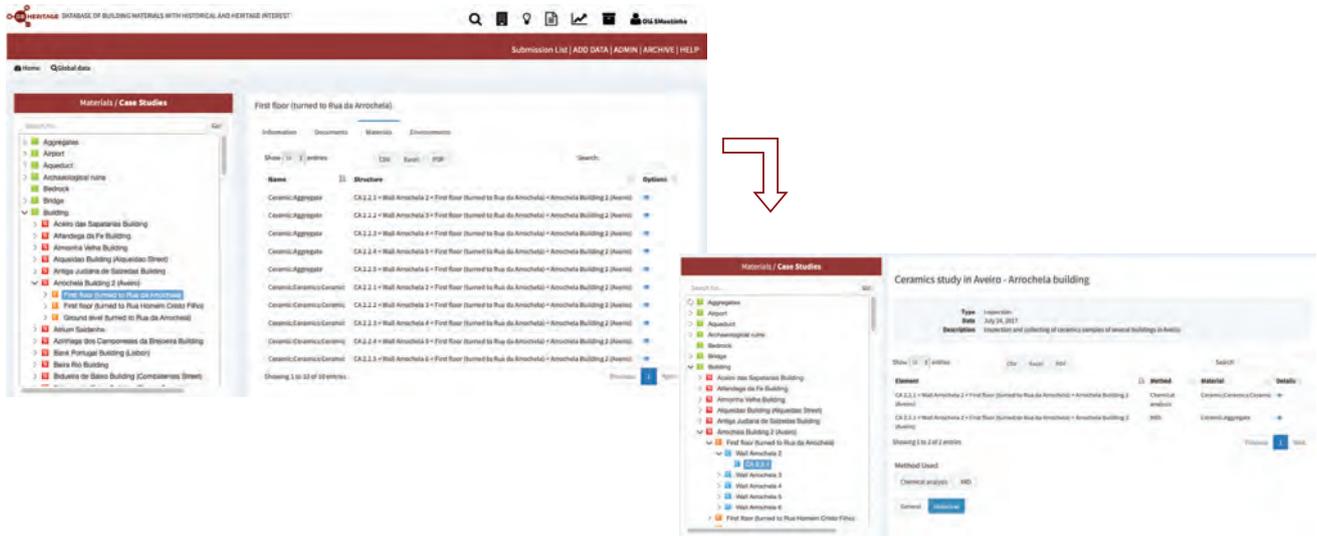
Projeto DB-Heritage

Caracterização de materiais



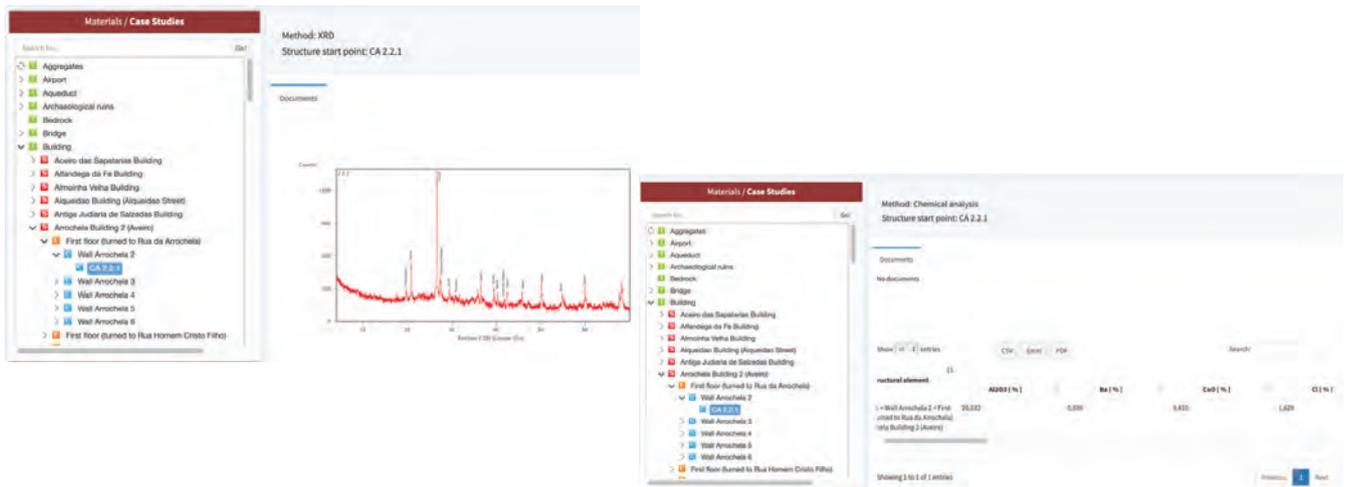
A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage



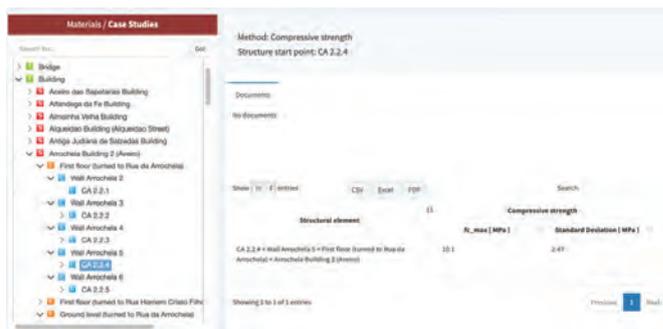
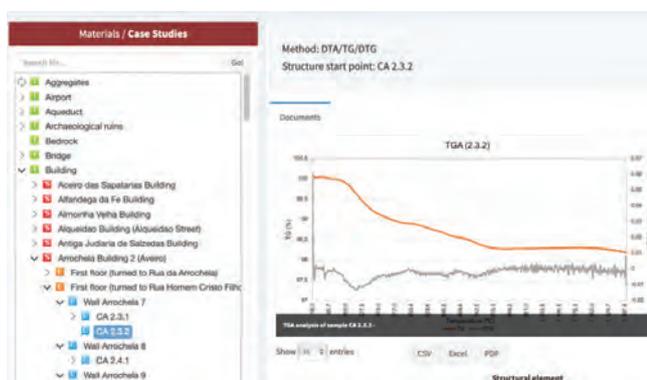
A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage



A Cerâmica e o contexto local

Projeto DB-Heritage



Argamassas tradicionais de cal - A influência do fator humano

Maria do Rosário Veiga – Engenheira Civil, LNEC

rveiga@lnec.pt

resumo As argamassas de cal fazem parte integrante de muito do Património construído Europeu. São conhecidas argamassas de cal com mais de 7000 anos em boas condições de conservação em algumas zonas do mundo, e, mesmo em Portugal, é fácil encontrar argamassas de cal com mais de 2000 anos, coesas, resistentes e perfeitamente funcionais. No entanto, trata-se de um material com resistências mecânicas moderadas e que paradoxalmente é visto atualmente como “de reduzida durabilidade”.

Que segredos favoreciam o bom desempenho das argamassas antigas de cal? Porque razão hoje, com meios tecnologicamente bem mais sofisticados, dificilmente conseguimos reproduzir as características que lhes davam tanta longevidade?

Na verdade, a durabilidade e bom comportamento das argamassas de cal depende em grande parte da sua microestrutura e das condições ambientais e climáticas no período inicial de aplicação. Por sua vez, estas variáveis estão muito ligadas ao fator humano: o modo como a cal era obtida, calcinada, moída e armazenada; a preparação da argamassa e a sua aplicação; os cuidados de cura e de proteção inicial. O saber de quem executava cada uma destas tarefas, o cuidado posto nelas e a importância que dava a esses trabalhos, tinham uma influência direta na distribuição dos poros e na ligação entre partículas e, portanto, também nas características da argamassa. O tempo que era dedicado a cada uma das tarefas e aos intervalos de espera para maturação da cal, para aperto da massa e para intervalo entre aplicação de camadas, era, também, um fator decisivo.

Nesta apresentação serão abordados aspetos relacionados com o saber de quem fazia e aplicava a cal e as argamassas e com o tempo dos trabalhos da cal e procurar-se-á estabelecer a ligação entre o bom comportamento desse material milenar e os conhecimentos empíricos construídos ao longo do tempo e passados de geração em geração.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

ARGAMASSAS TRADICIONAIS DE CAL – A INFLUÊNCIA DO FATOR HUMANO

Maria do Rosário Veiga
rveiga@lnecc.pt

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

CAL – MATERIAL MILENAR

- As argamassas de cal fazem parte integrante de muito do Património construído Europeu: em estruturas, revestimentos, pavimentos, decorações.
- São conhecidas argamassas de cal com mais de 7000 anos em boas condições de conservação em algumas zonas do mundo.
- Em Portugal encontram-se **argamassas de cal com mais de 2000 anos**, coesas, resistentes e perfeitamente funcionais.



CAL – MATERIAL MILENAR

- No entanto, trata-se de um material com resistências mecânicas moderadas e que hoje é visto como “de reduzida durabilidade”.
- **Que segredos favoreciam o bom desempenho das argamassas antigas de cal?**
- **Porque razão hoje, com meios tecnologicamente bem mais sofisticados, dificilmente conseguimos reproduzir as características que lhes davam tanta longevidade?**



PRODUÇÃO DA CAL

- A cal é produzida a partir da rocha carbonatada: **calcário, calcário dolomítico, ou mármore**.
- Hoje a rocha é transportada, partida mecanicamente em fragmentos de dimensões homogêneas e calcinada em **fornos industriais**, por processos tecnologicamente avançados que garantem eficiência e uma qualidade média adequada.
- **Antigamente (há menos de um século) as pedras eram selecionadas e transportadas em carrinhos de mão pelos caleiros.**
- A qualidade da pedra usada dependia dessa **escolha**.



PRODUÇÃO DA CAL

- Hoje os fragmentos de rocha são calcinados em **foros industriais de funcionamento contínuo**, a **temperaturas bem controladas de cerca de 900 °C**, durante períodos de tempo bem definidos.

Cal viva: $\text{CaCO}_3 + \text{calor} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

Hidratação: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{calor}$

Endurecimento: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (50% HR – 85% HR)

PRODUÇÃO DA CAL

- Hoje os fragmentos de rocha são calcinados em foros industriais de funcionamento contínuo, a temperaturas bem controladas de cerca de 900 °C, durante períodos de tempo bem definidos.
- **Antes eram cozidos em foros artesanais, em geral verticais e de funcionamento descontínuo (pouco eficientes), aquecidos a lenha ou carvão.**
- A temperatura atingida **dependia da lenha escolhida e da posição da pedra no forno**: mais perto ou mais longe do fogo, mais alto ou mais baixo.
- O tempo de cozedura **dependia do momento da remoção**: era preciso começar por cima para que o conjunto não se desmoronasse.



PRODUÇÃO DA CAL

- Era preciso **movimentar grandes pedaços de pedra manualmente, a temperaturas altíssimas** (~ 1000°C).
- Alguns fragmentos ficavam sobrecozidos, outros talvez mal descarbonatados, **tinham que ser escolhidos**.
- Era um trabalho duro e perigoso.
- Muito dependia da **competência dos caleiros e da sua vontade**.
- **O tempo e a temperatura de cozedura** eram fundamentais.



PRODUÇÃO DA CAL

- Era preciso **movimentar grandes pedaços de pedra manualmente, a temperaturas altíssimas** (~ 1000°C).
- Alguns fragmentos ficavam sobrecozidos, outros talvez mal descarbonatados, **tinham que ser escolhidos**.
- Era um trabalho duro e perigoso.
- Muito dependia da **competência dos caleiros e da sua vontade**.
- **O tempo e a temperatura de cozedura** eram fundamentais.

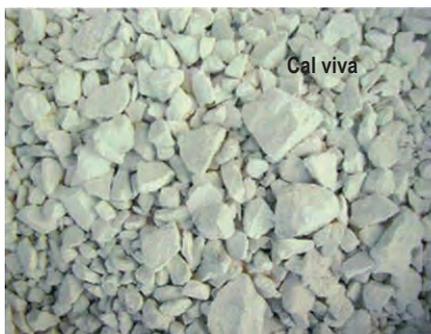


PREPARAÇÃO DA CAL

- Hoje a cal é preparada em fábrica, após calcinação, por **hidratação em geral por aspersão com a quantidade de água necessária** ao processo.
- Assim, a cal viva em pedra é transformada em **cal hidratada (apagada) em pó**, pronta a ser misturada com a areia para produzir argamassa.
- Também existe **produção industrializada da cal viva micronizada e de cal em pasta**
- Mas em pequenas quantidades porque são processos menos eficientes, em que não são reconhecidas vantagens práticas.



Cal hidratada em pó



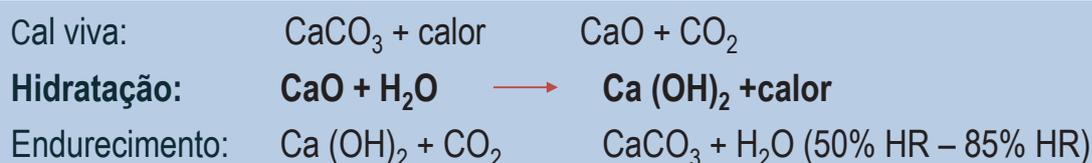
Cal viva



Cal em pasta

PREPARAÇÃO DA CAL

- Hoje a cal é preparada em fábrica, após calcinação, por **hidratação em geral por aspersão com a quantidade de água necessária** ao processo.
- Assim, a cal viva em pedra é transformada em **cal hidratada (apagada) em pó**, pronta a ser misturada com a areia para produzir argamassa.
- Também existe **produção industrializada da cal viva micronizada e de cal em pasta**
- Mas em pequenas quantidades porque são processos menos eficientes, em que não são reconhecidas vantagens práticas.



PREPARAÇÃO DA CAL

- Antigamente a cal era fornecida:
- **Em pedra (cal viva)**. A sua reatividade era confirmada no processo de apagamento (com grande desprendimento de calor). O calor libertado era aproveitado para **melhorar a ligação entre materiais produzindo argamassas mais resistentes**.
- Ou noutros casos já hidratada com grandes quantidades de água, sob a forma de **cal em pasta**. Sob esta forma **evitava-se a carbonatação da cal e aumentava-se a trabalhabilidade**.



PREPARAÇÃO DA CAL

- Nos ensaios realizados em laboratório não foram identificadas diferenças significativas entre as argamassas produzidas por métodos industriais ou por métodos artesanais.
- Ou seja: em situações em que se escolhem cais de boa qualidade e se preparam e aplicam bem as argamassas não se encontram diferenças significativas nas principais características determinadas.



PREPARAÇÃO DA CAL

- Têm sido realizados vários estudos para determinar de que forma os modos de produção e de extinção da cal afetam as suas características.

Características mecânicas e físicas de argamassas obtidas com processos de produção artesanal versus industrial⁽¹⁾

Cal	Traço cal : areia (volumétrico)	Flexão 90 d (MPa)	Compressão 90 d (MPa)	Módulo de Elasticidade 90 d (MPa)	Coefficiente de Capilaridade 90 d (kg/(m ² .min ^{1/2}))
MCp_G	1:3	0,39	0,85	4070	0,77
MCb_G	1:3	0,33	0,63	3320	1,49
I_G	1:3	0,43	0,90	4400	1,08
MCp_SM	1:3	0,43	1,16	-	2,51
MCb_SM	1:3	0,28	0,69	-	1,00
I_SM	1:3	0,52	1,33	3890	0,77
I_S	1:3	0,37	1,30	3180	1,20

MCp – Montes Claros preta; MCb – Montes Claros branca; I – Industrial; G – Areia do rio Guadiana; SM – Areia de Santa Margarida; S – Areia de Sesimbra

(1) Margalha, M. G. (2010). *Ligantes aéreos minerais. Processos de extinção e o factor tempo na sua qualidade. Tese de Doutoramento pelo IST, Universidade de Lisboa, janeiro de 2010.*

As argamassas com cais produzidas no forno artesanal de Montes Claros apresentam resultados inferiores às argamassas com cal de fabrico industrial com calcário da mesma região; no entanto, a variação é pouco significativa.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

PREPARAÇÃO DA CAL

Características mecânicas e físicas de argamassas obtidas com diferentes modos de extinção⁽²⁾

Tipo de cal	Traço cal : areia (volum.)	Flexão 90 d (MPa)	Compressão 90 d (MPa)	Módulo de Elasticidade 90 d (MPa)	Coefficiente de Capilaridade 90 d (kg/m ² .min ^{1/2})	Porosidade aberta (%)
Cal em pó	1 :3	0,52	1,33	3890	0,77	-
Cal em pedra extinta com areia humida por 1 d	1 :3	0,47	0,96	3816	1,64	-
Cal em pedra extinta com areia humida por 7 d	1 :3	0,50	1,08	3658	1,48	-
Cal em pasta 1 mes	1 :3	0,37	1,06	4091	1,47	-
Cal em pasta 5 anos	1 :3	0,63	1,42	4748	1,29	-
Cal em pó	1:2	0,32	0,75	2100	0,4	35
Cal viva micronizada extinta sob a forma de pasta	1:2	0,63	1,09	3100	0,3	37
Cal em pasta (16 meses)	1:2	0,23	0,35	1600	1,2	40

(2) Margalha, M. G.; Veiga, M. R.; Santos Silva, A.; Brito, J. (2013b). *A influência do teor de cal em pasta em argamassas. Seminário Limecontech - conservação e durabilidade de revestimentos históricos - técnicas e materiais compatíveis, Lisboa, LNEC.*

- Cal hidratada em pó – argamassas com características mecânicas médias e reduzida capilaridade;
- Cal viva – argamassas com resultados superiores se for usada a cal viva micronizada;
- Cal em pasta – e argamassas com resistências mecânicas inferiores e maior porosidade exceto para períodos muito longos de maturação.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

- A preparação da argamassa era feita **manualmente**.
- **Baixas quantidades de água** de amassadura e uma **mistura prolongada**, capaz de promover uma boa ligação entre os constituintes, eram fatores essenciais.



PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

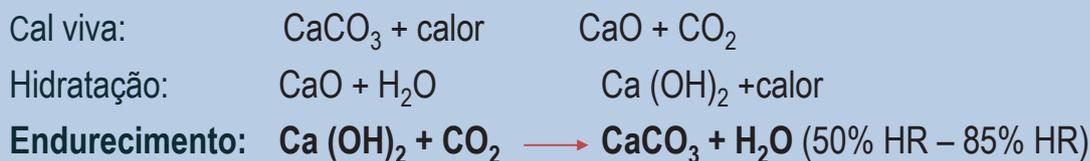
Dizia-se que:

- **A argamassa era preparada com suor e não com água**
- Porque ficava com uma consistência que exigia esforço físico para ser aplicada
- Ao reduzir o teor de água e aumentar a necessidade de aperto
- **Reduzia-se a retração e a porosidade**
- **E aumentava-se a compacidade e a resistência mecânica**



APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

- A aplicação das argamassas era feita **bem apertada** contra o suporte e em **camadas finas**.
- A **técnica multicamada** era essencial: permitia a carbonatação parcial de cada camada antes da aplicação da camada seguinte; reduzia retração e a fissuração; melhorava a impermeabilização à água líquida sem prejudicar a permeabilidade ao vapor.



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

APLICAÇÃO DA ARGAMASSA



Fissuração em revestimentos multicamada



Fissuração em revestimentos camada única

Efeitos →

- Maior carbonatação
- Menor fissuração (fissuras mais finas)
- Maior impermeabilização



Revestimentos multicamada



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

CONHECIMENTO EMPÍRICO

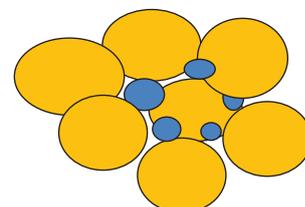
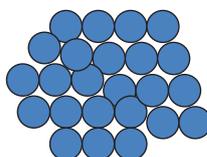
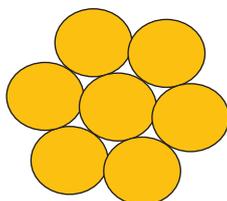
- O trabalho dos artesãos baseava-se num **conhecimento empírico** feito de experiência e de noções transmitidas através de gerações.
- Este conhecimento, embora de génese diferente e com outra linguagem, **coincide muitas vezes com o conhecimento científico** obtido hoje pela ciência dos materiais e das áreas tecnológicas.



CONHECIMENTO EMPÍRICO

Alguns exemplos:

- Os traços tradicionais mais usados das argamassas de reboco, variáveis entre 1:2 e 1:3, conforme as camadas e as areias utilizadas, correspondem de facto aos traços que cientificamente se **comprova conferirem maior compacidade**.
- Para areias com granulometria mais completa (boa distribuição de dimensão de partículas) o volume de vazios está perto de 33%, ou seja **corresponde ao traço ótimo de 1: 3 em volume**.
- Para areias com granulometrias menos completas, por exemplo com grande proporção de finos, como no caso das camadas finas exteriores, a proporção 1:2,5, ou mesmo 1:2 podem ser necessárias.



CONHECIMENTO EMPÍRICO

- A prática de aplicação de pelo menos **3 camadas e secagem de cada camada durante 3 dias antes da aplicação da camada seguinte** corresponde ao conhecimento científico de **deixar carbonatar parcialmente cada camada** antes da aplicação da camada seguinte.
- Com efeito **a carbonatação é exponencialmente atrasada pela espessura da camada a atravessar**, portanto a técnica multicamada permite uma carbonatação mais profunda que a técnica de camada única, ou a técnica de “fresco sobre fresco”.



CONHECIMENTO EMPÍRICO

- Nas casas caiadas no Alentejo e Algarve, **as cores eram usadas para os “socos”, não apenas para obter um efeito decorativo, mas também para afastar os insetos e répteis devido ao calor.**
- Na verdade as cores mais escuras têm **maior absorção de calor que a cor branca.**
- A cor branca era usada em zona corrente para **proteger o interior dos edifícios das altas temperaturas** dessas regiões no Verão.
- Mas uma cor mais escura no “soco” **provocava maior aquecimento e afastava desse modo os pequenos animais.**



INDUSTRIAL VERSUS ARTESANAL

- As escolhas feitas nas intervenções de conservação baseiam-se muitas vezes na ideia simplista de que as técnicas e materiais atuais são melhores e mais duráveis, por resultarem de tecnologias mais avançadas e serem sujeitas a requisitos normativos e a procedimentos de controlo de qualidade.
- No entanto, **os edifícios e elementos construtivos que procuramos conservar mantiveram-se em boas condições durante séculos**, pelo que os materiais usados e as técnicas empregues estão **amplamente “certificados” pelo tempo**.



INDUSTRIAL VERSUS ARTESANAL

- Por outro lado, para justificar a recusa das tecnologias tradicionais, é por vezes afirmada a ideia contrária de que os materiais atuais são de menor qualidade, não sendo portanto possível reproduzir com eles as técnicas antigas.
- Por exemplo, é recorrente dizer-se que a cal atual, produzida industrialmente, tem pior qualidade que a antiga, produzida artesanalmente e preparada de forma lenta e diferenciada conforme as exigências de cada situação. Por essa razão, não seria agora possível aplicar rebocos de cal, ou caiações, com qualidade e durabilidade adequadas.
- Qual destas ideias é verdadeira? A resposta certa varia, provavelmente, de caso para caso, **dependendo do fator humano**: qual o empenho, o engenho, o saber-fazer do aplicador?

FATOR HUMANO

- A durabilidade e o bom comportamento das argamassas de cal depende em grande parte da sua **microestrutura** e das **condições ambientais e climáticas** no período inicial de aplicação.
- Estas variáveis estão muito ligadas ao **fator humano**: o modo como a cal era obtida, calcinada, moída e armazenada; a preparação da argamassa e a sua aplicação; os cuidados de cura e de proteção inicial.
- O **saber** de quem executava cada uma destas tarefas, o **cuidado** posto nelas e a **importância** que dava a esses trabalhos, tinham uma influência direta na distribuição dos poros e na ligação entre partículas e, portanto, também nas características da argamassa.
- O **tempo** que era dedicado a cada uma das tarefas e aos intervalos de espera para maturação da cal, para aperto da massa e para intervalo entre aplicação de camadas, era, também, um fator decisivo.

TEMPO

- O **tempo** que era dedicado a cada uma das tarefas e aos intervalos de espera para maturação da cal, para aperto da massa e para intervalo entre aplicação de camadas, era, também, um fator decisivo.
- O **tempo** atua também como fator independente: ao longo do tempo desenvolve-se a carbonatação; há reações de dissolução e recristalização que consolidam a estrutura da argamassa (**self-healing – auto-reparação**).



RESTAURO - COMPROMISSO

- As técnicas de restauro, exigindo elas próprias, **perícia (skills)**, **tempo**, **paciência**, **dedicação**, mas também **conhecimento técnico-científico** podem ser um compromisso entre estes dois mundos?



CONCLUSÕES

- As argamassas antigas de cal valiam pelo **cuidado colocado na sua preparação**, pelos **conhecimentos dos artesãos envolvidos**, pelo **tempo de maturação e aplicação**.
- Quando estes fatores eram favoráveis, os resultados eram bons e certamente foi o que aconteceu com as alvenarias, os revestimentos e os acabamentos que chegaram aos nossos dias em boas condições.
- As cais atuais valem pelas **matérias-primas bem selecionadas**, pela **tecnologia apurada**, pelos **procedimentos bem controlados**.
- Se todas as regras forem bem aplicadas, as argamassas cumprirão os requisitos. Não serão iguais às antigas mas serão **compatíveis e duráveis**.



Nota: Todas as fotos usadas na apresentação são da autora

CONCLUSÕES

O que fazer então? Voltar aos procedimentos ancestrais? Ou substituir por materiais pré-doseados modernos?

- O conhecimento técnico e científico é hoje indispensável: nisso não podemos voltar atrás.
- **A informação que obtemos diretamente das estruturas antigas, pelo seu estudo direto e através da bibliografia associada são muito valiosos, não faz sentido descartá-los.**
- Mas os materiais não voltarão a ser os mesmos,
- As pessoas não podem voltar a trabalhar do mesmo modo, em condições muito duras e pouco eficientes e a baixos preços,
- Mas podem **integrar competências e conhecimento** de modo a obter resultados adequados.

Algumas ideias-chave:

- **Conservar sempre que possível, em vez de substituir**
- **Integrar saberes tradicionais com a compreensão dos fenómenos à luz do conhecimento atual**
- **Valorizar as competências e o trabalho de quem sabe fazer**
- **Dar tempo à cal!**

Nota: Todas as fotos usadas na apresentação são da autora



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

AGRADECIMENTOS

Projeto FCT **DB-HERITAGE**

PTDC/EPH-PAT/4684/2014

Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial

Database of building materials with historical and heritage interest



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Contributo das ciências exatas para o conhecimento das técnicas e dos materiais – exemplos de revestimentos históricos

António Santos Silva – Químico, LNEC

ssilva@lnec.pt

resumo As ciências exatas, como o próprio nome indicia, visam dar respostas a questões básicas como: de que é feito aquele objeto? (quais os materiais); como foi feito? (técnicas e tecnologias); quando e onde foi feito? (datação e proveniência); autoria?; estado de conservação? (diagnóstico); porque se degradou? (mecanismos de degradação); como conservar/reabilitar? (protocolos de conservação/reabilitação).

Neste enquadramento, o estudo de materiais de construção antigos tem ganho um reconhecimento crescente, pois por um lado possibilita obter informação que permite dar respostas adequadas às questões levantadas, e por outro permite potenciar a melhoria do desempenho de novos materiais. Estes dois objetivos diferentes, mas que se interligam, necessitam de saberes acerca da história e constituição dos materiais, mas também dos saberes sobre as potencialidades e limitações dos métodos de análise físico-químicos de caracterização de materiais. Nesta comunicação descrevem-se exemplos de casos de estudo de caracterização de revestimentos históricos em Portugal, que evidenciam a importância das ciências exatas quer no estudo de materiais, e o seu contributo para a história desses monumentos e do património histórico e arquitetónico em geral.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

CONTRIBUTO DAS CIÊNCIAS EXATAS PARA O CONHECIMENTO DAS TÉCNICAS E DOS MATERIAIS – EXEMPLOS DE REVESTIMENTOS HISTÓRICOS

António Santos Silva, LNEC
ssilva@lnecc.pt

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

As intervenções de conservação / restauro devem ser suportadas:

- Por um aprofundado conhecimento documental histórico e artístico do objeto de estudo



- Por um conhecimento físico e químico dos materiais que o compõem e do seu estado de conservação.

Revestimentos históricos ... ensaios in-situ e não destrutivos

Campos de aplicação:

- Resistência e impermeabilidade dos revestimentos
- Distribuição e humidade dos materiais
- Contaminação por sais
- Composição dos materiais



Revestimentos históricos ... ensaios físicos e mecânicos

- densidade e porosidade total
- porosimetria de mercúrio
- absorção de água por capilaridade
- resistência à compressão/tração
-



Revestimentos históricos...

ensaios químicos, mineralógicos e microestruturais



Análise Química



Difração de Raios X



Microscopia Ótica



Análise Térmica



Microscopia Eletrónica Varrimento e EDS



Espectroscopia de Absorção Atômica



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

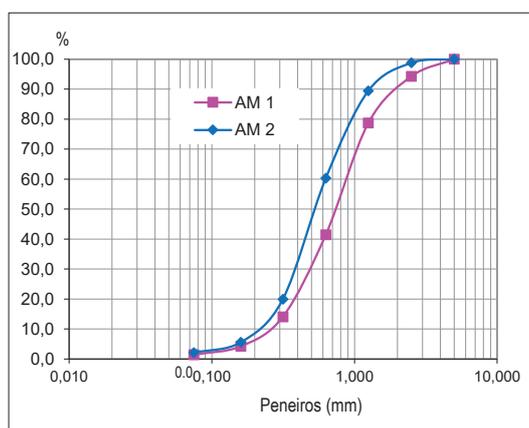
Análise Química - clássica

Fração solúvel

- Sais solúveis
(Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-})
- Análise elementar
(Si, Al, Fe, Na, K, Ca, Mg)

Fração insolúvel

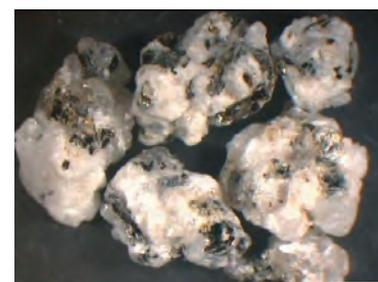
- Tipo, cor e granulometria dos agregados



Fragmentos cerâmicos



Quartzo rosa e verde

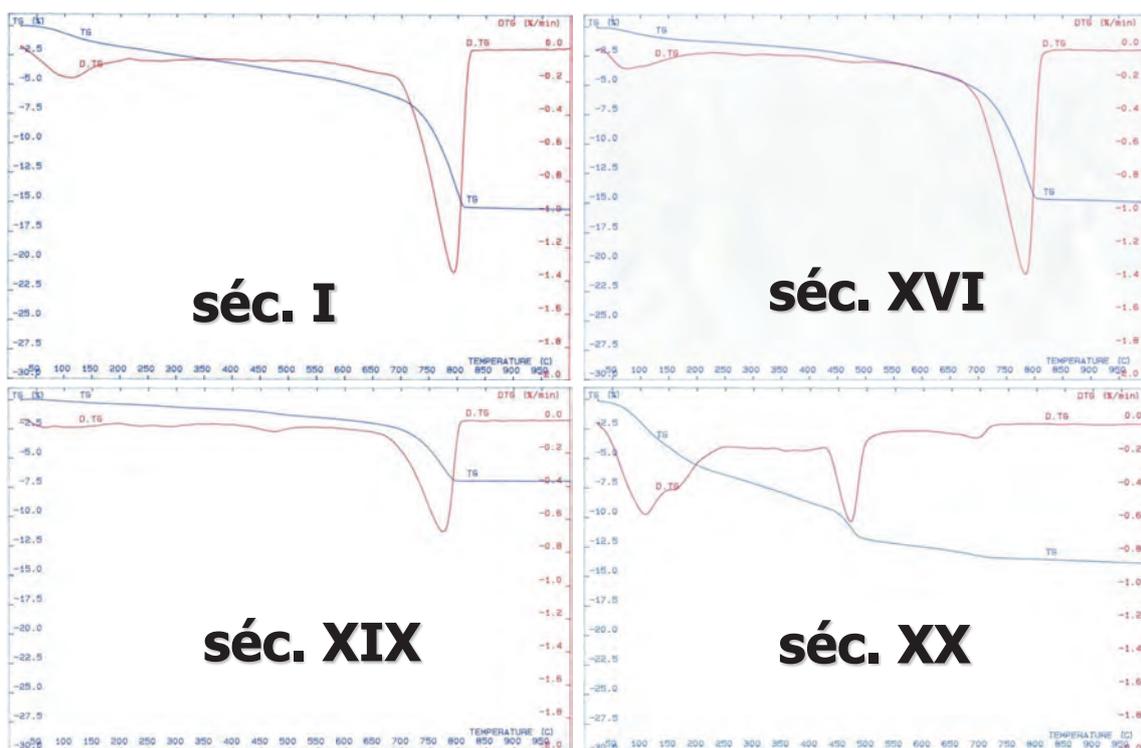


Quartzo com mica



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Análise Térmica de Argamassas



séc. I

séc. XVI

séc. XIX

séc. XX



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

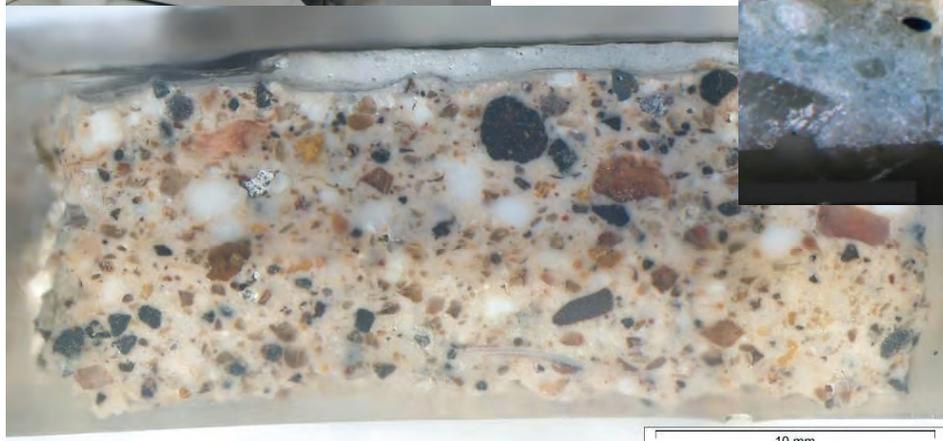
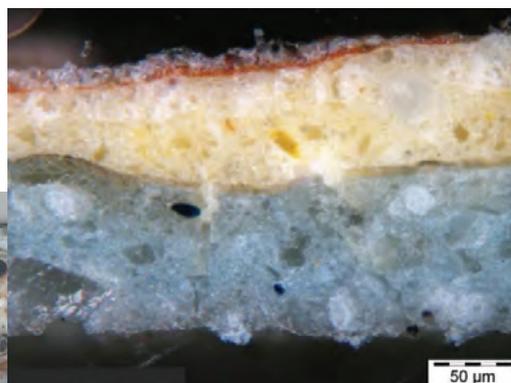
Microscopia ótica

SUPERFÍCIES POLIDAS



Tipo, cor e morfologia de cargas

Inter-relações espaciais dos diferentes constituintes



Estratigrafia de revestimentos



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

Microscopia ótica

SUPERFÍCIES POLIDAS

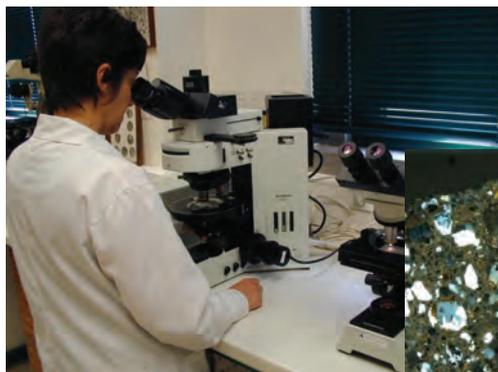


Modo de aplicação e acabamento das superfícies ...

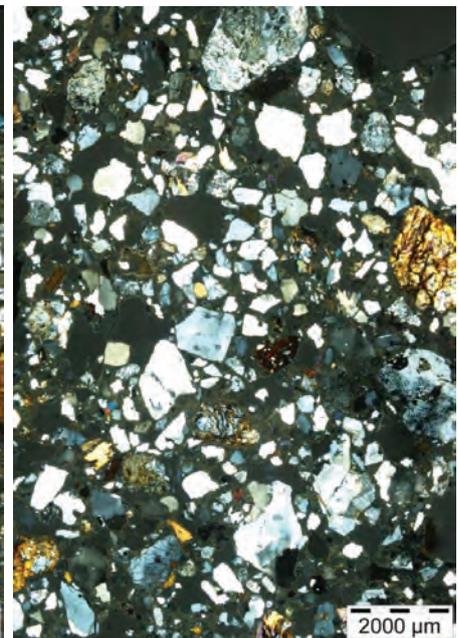
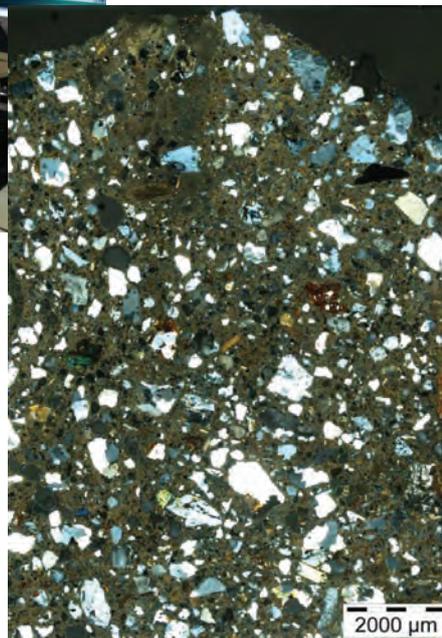


Microscopia ótica

PETROGRAFIA



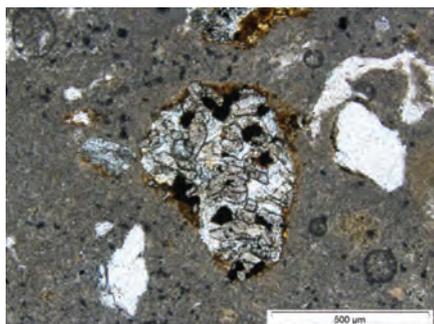
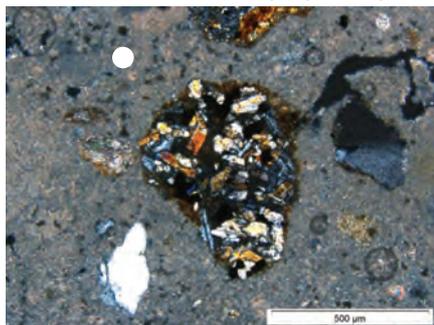
Tipo, morfologia e origem dos agregados
Inter-relações espaciais dos constituintes



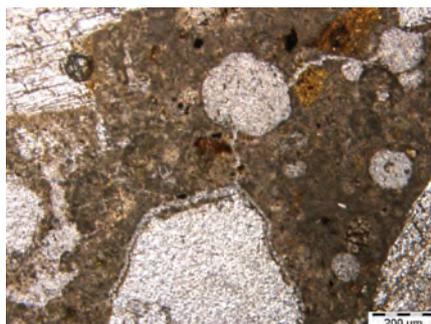
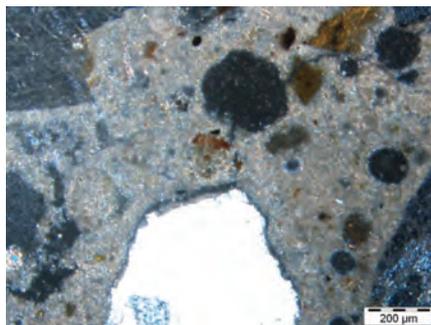
Microscopia ótica

PETROGRAFIA

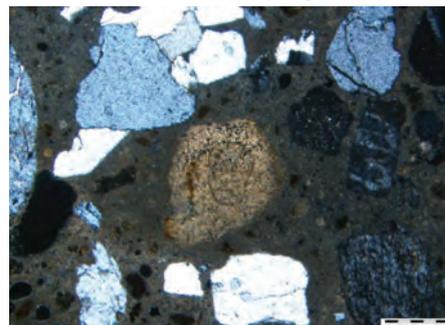
Reações na interface agregado/ligante



Reações internas – cristalização



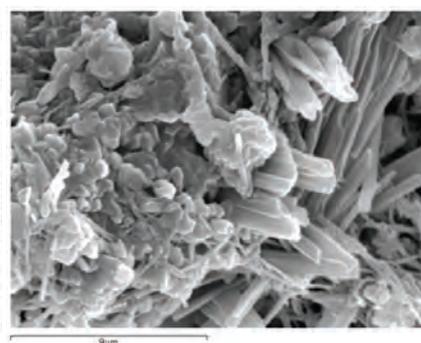
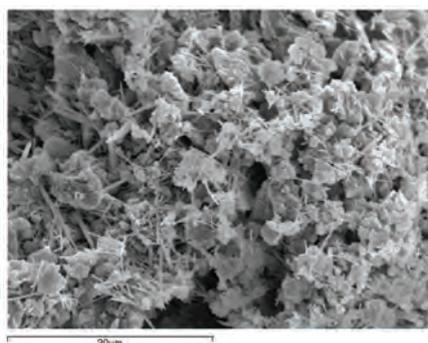
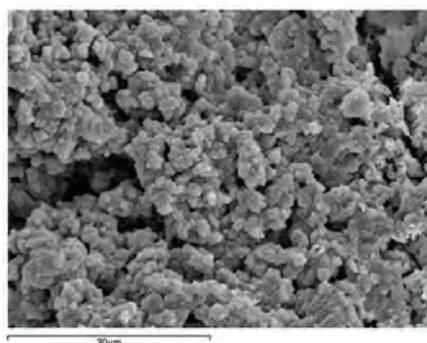
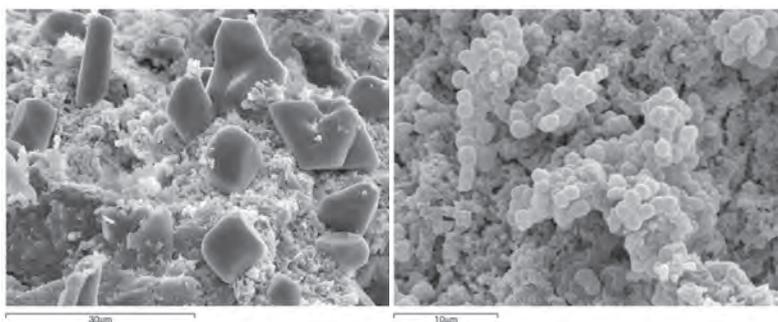
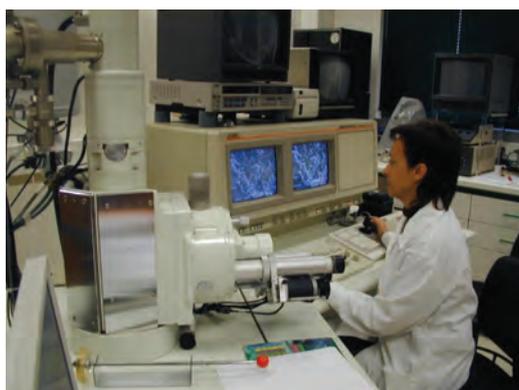
Identificação do ligante



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

MEV / EDS

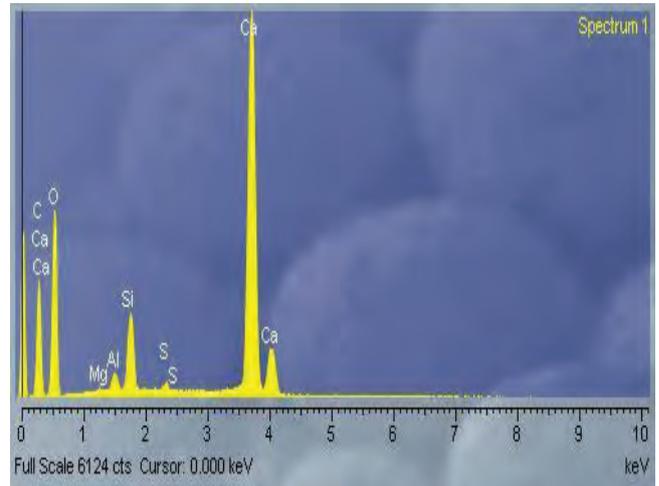
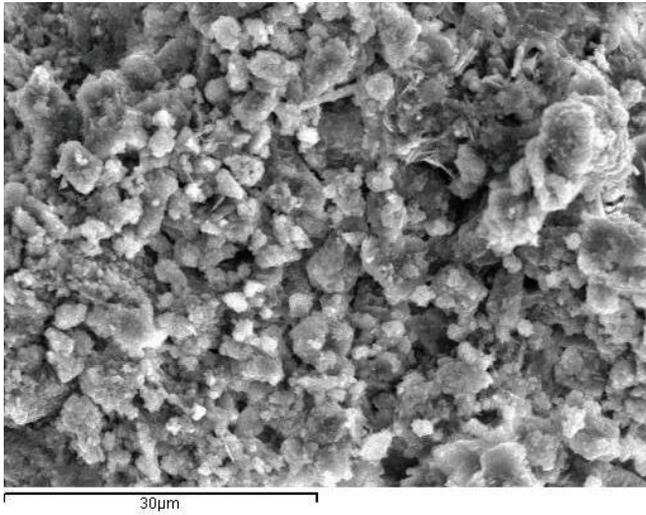
Morfologia dos constituintes
Produtos de neoformação e/ou de alteração



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

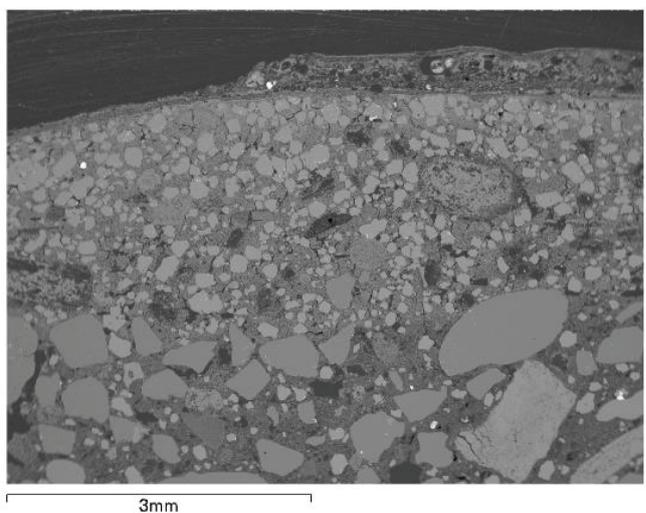
MEV / EDS

Análise elementar / composição química



Microscopias: complementaridade de técnicas

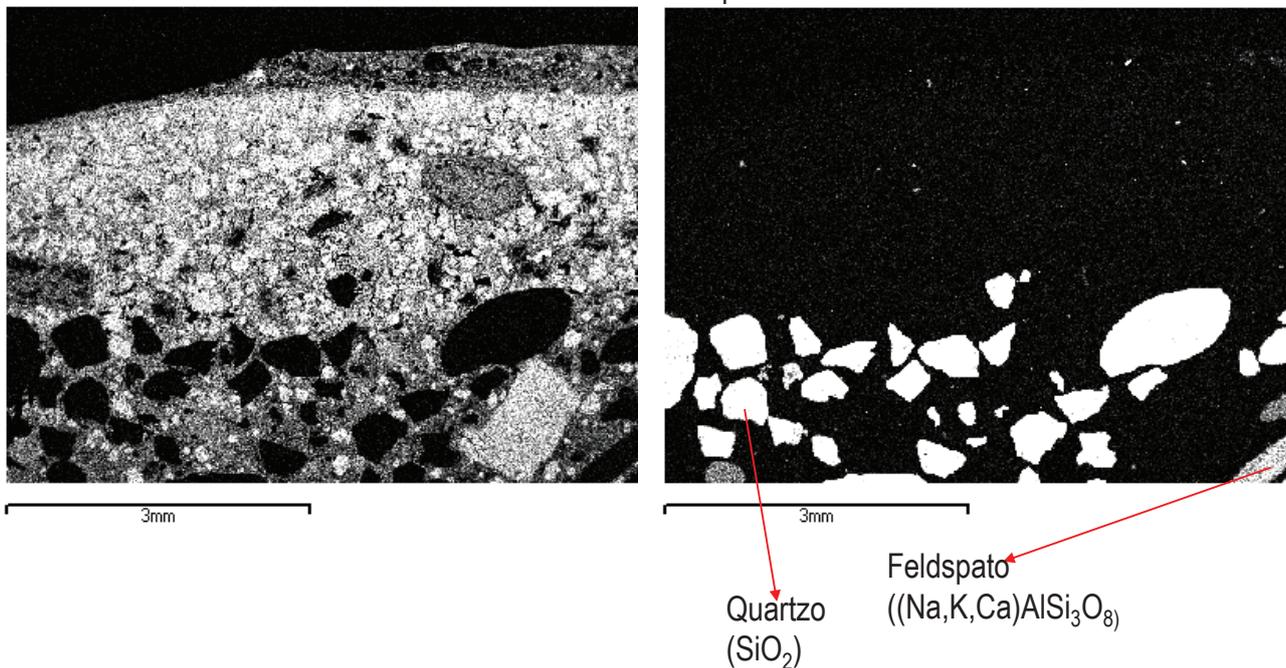
Análise estratigráfica / composição



MEV / EDS

Análise elementar / composição

Mapa de raios X do elemento silício



Exemplos de estudos

Ermida de N^a Sr.^a da Conceição (Alcáçovas) – séc. XVII



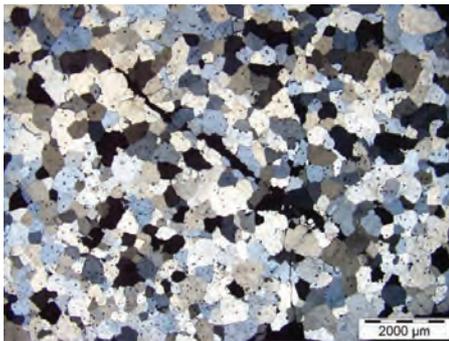
Pormenores dos revestimentos com embrechados das paredes

Exemplos de estudos

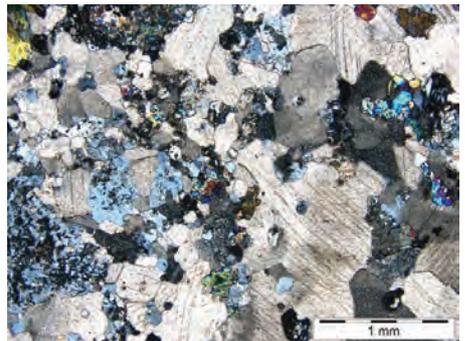
Ermida de N^a Sr.^a da Conceição (Alcáçovas) – séc. XVII



Calcite



Quartzito rosa



Mármore verde

Exemplos de estudos

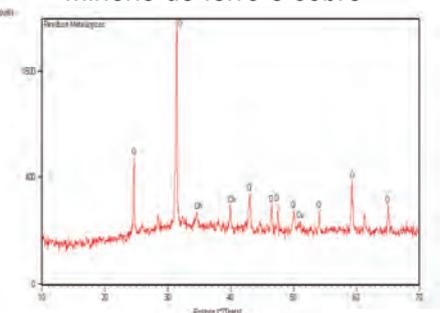
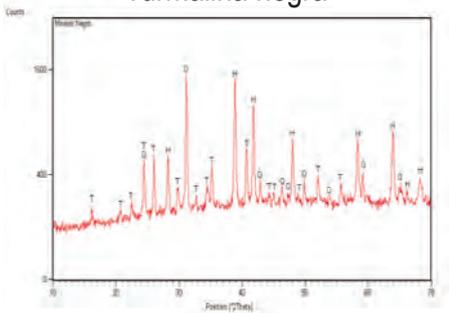
Ermida de N^a Sr.^a da Conceição (Alcáçovas) – séc. XVII



Turmalina negra

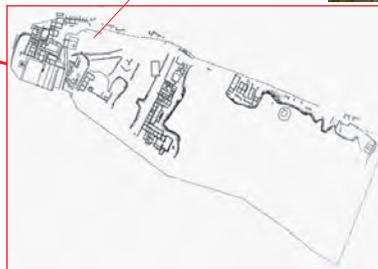


Minério de ferro e cobre



Exemplos de estudos

Ruínas romanas de Troia – séc. I - VI d.C.



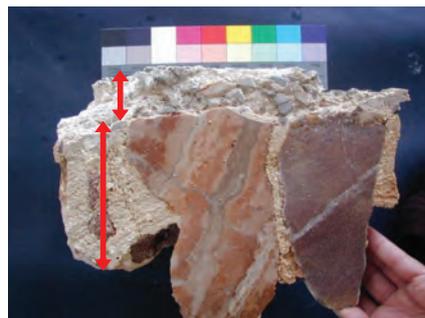
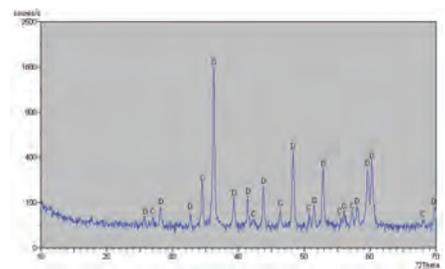
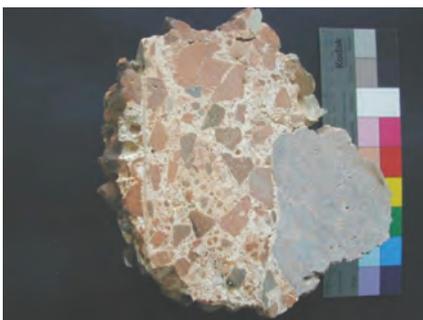
Cetareas (Tanques de salga)



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

Exemplos de estudos

Ruínas romanas de Troia – séc. I - VI d.C.



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

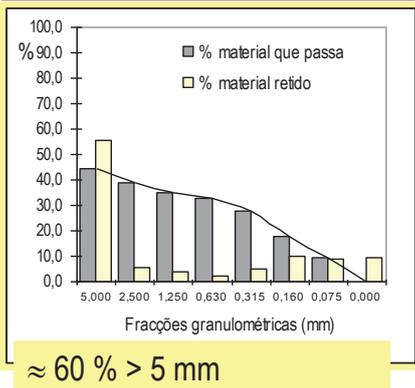
Exemplos de estudos

Ruínas romanas de Troia – séc. I - VI d.C.

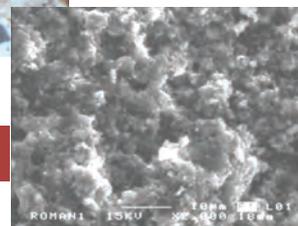


Constituintes (DRX; ATG/ATD; Análise Química)

1. Areia siliciosa+ tijolo = 61 %
2. carbonatos = cal (25 %) + calcário dolomítico (2 %)
3. Materiais solúveis (100-((1+2)) = 12 %



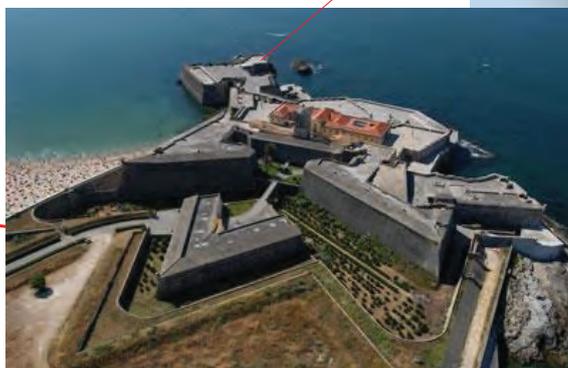
Pó de tijolo



Geles CSH

Exemplos de estudos

Forte de S. Julião da Barra – séc. XVI

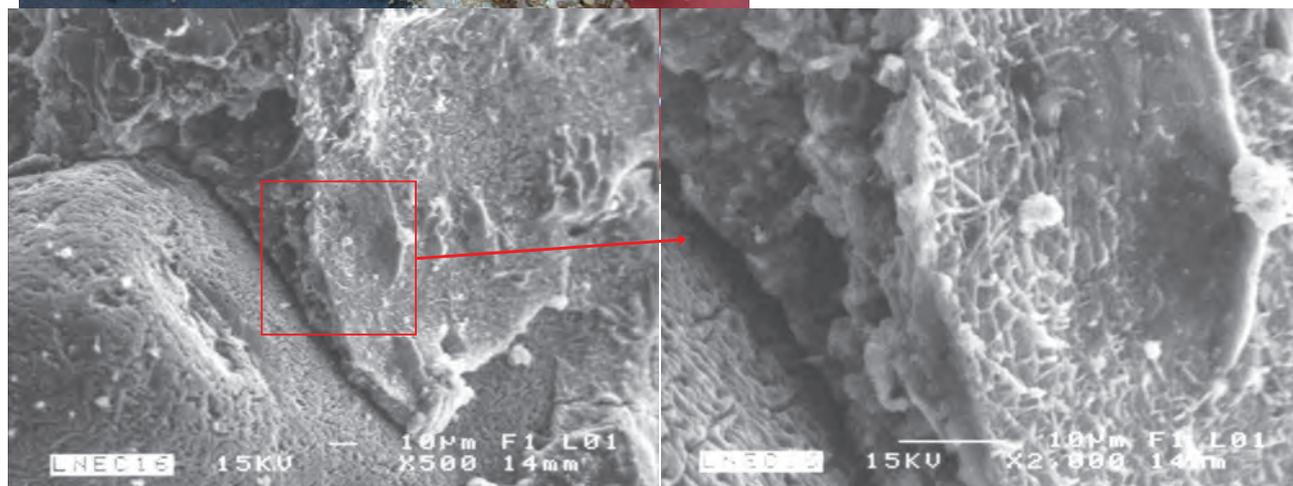


<http://www.cm-oeiras.pt/voeiras/Gallma%5CPaginas/Forte%20S.%20Juli%C3%A3o%20da%20Barra.aspx>



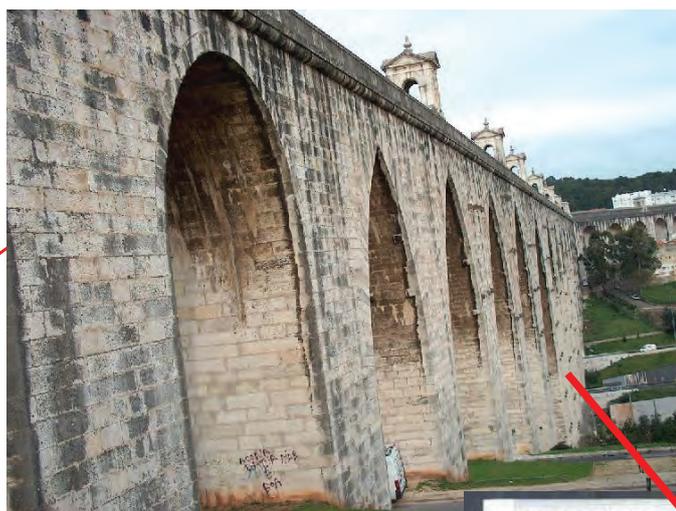
Exemplos de estudos

Forte de S. Julião da Barra – séc. XVI



Exemplos de estudos

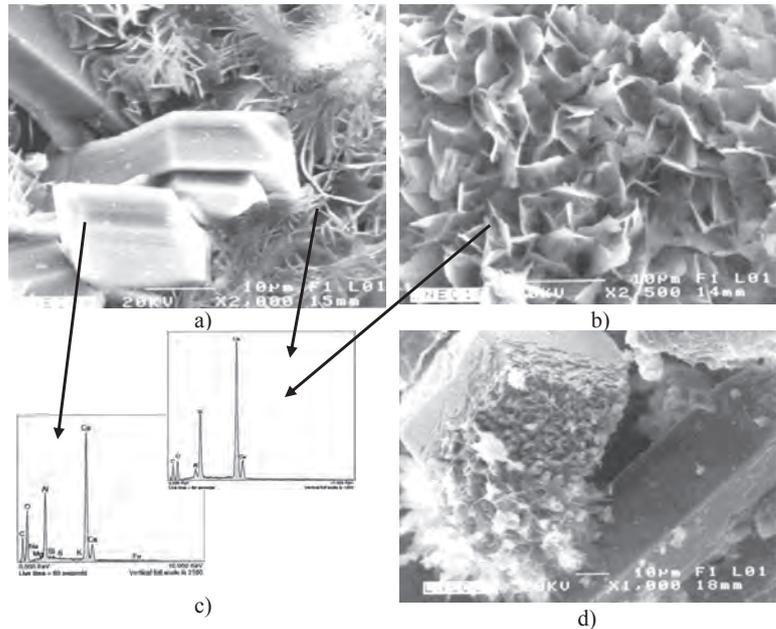
Aqueduto Águas Livres – séc. XVIII



Exemplos de estudos

Aqueduto Águas Livres – séc. XVIII

Desenvolvimento tecnológico ou ocorrência fortuita (?)



reações pozolânicas entre a areia basáltica e a cal

Conclusões

Os exemplos apresentados evidenciam a importância das ciências exatas e dos estudos de caracterização para ajudar a responder às questões iniciais: De que é feito? Como foi feito? Quando e onde foi feito? Autoria? Estado de conservação? Porque se degradou? Como conservar/reabilitar?

O sucesso das respostas é condicionado pelas questões ... pela multidisciplinaridade ... pelos meios científicos usados.

Agradecimentos

Ao LNEC pelo apoio ao Projeto “DUR-HERITAGE – Durabilidade e conservação de materiais” do Plano de Investigação e Inovação 2013-2020 do LNEC .

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo apoio concedido ao projeto de investigação FCT PTDC/EPH-PAT/4684/2014 - Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial

FCT Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A photograph showing a doorway into a room. The walls are made of rough, textured earth or plaster. On the left, a vertical strip of wall is decorated with a grid of colored squares in shades of orange, yellow, and green. Through the doorway, several wooden shelves are visible, filled with numerous small, colorful jars and bottles. A dark wooden door is partially open on the right side of the doorway. The lighting is warm and natural, coming from the right.

**da descoberta
da matéria à criação
de saberes**



Relembrar uma herança cultural: pigmentos terra e indústrias de terras coradas em Portugal (sécs. XVIII ao XX)

Milene Gil – Conservadora-Restauradora, Laboratório HERCULES da Universidade de Évora
milenegil@gmail.com

resumo Atualmente muito pouco se sabe sobre a origem de terras coradas em Portugal para uso das Artes e de pinturas de superfícies arquitetónicas. Esta temática parece ter passado (e assim permanece) despercebida à maioria da bibliografia de arte especializada nacional e internacional. Portugal é geologicamente rico em terras coradas que podem ser utilizadas para a produção de ocre e outros pigmentos terra. A sua localização, extração e produção, encontram-se registadas em documentos históricos e técnicos que remontam pelo menos ao século XVIII, de que sobressaem os relatórios feitos por naturalistas ligados à Academia das Ciências de Lisboa e os catálogos de Exposições Fabris Universais dos finais do século XIX e início do XX. Já do século XX, chegam os relatos dos processos de extração de duas pedreiras de ocre e almagres e da produção de pigmentos terra, através do testemunho de uma proprietária de indústrias artesanais de terras “corantes” nacionais. Com esta comunicação pretende-se dar a conhecer uma herança nacional, pouco conhecida da maioria dos especialistas de Arte, Conservação e Restauro, e em que medida as inovações industriais provocaram a rotura com a mesma.



Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

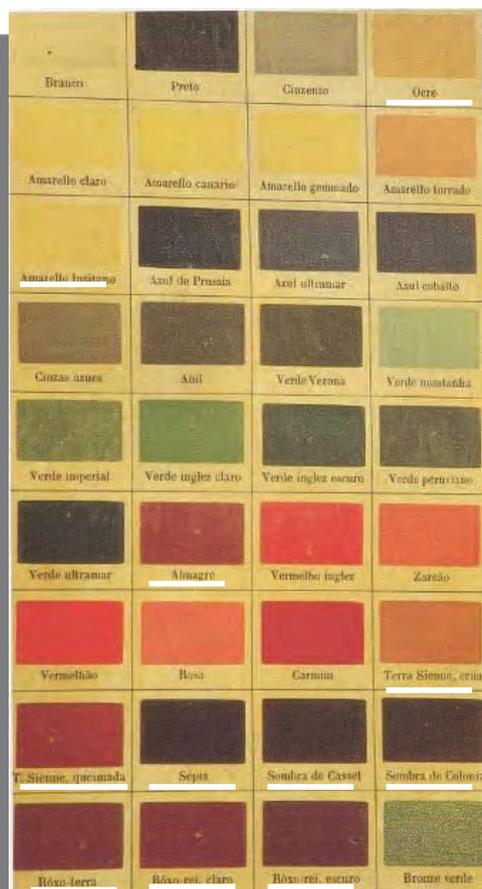
4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**RELEMBRAR UMA HERANÇA CULTURAL:
PIGMENTOS TERRA
E INDÚSTRIAS DE TERRA
CORADAS EM PORTUGAL
(SÉCS. XVIII AO XX)**

Milene Gil
Laboratório HERCULES
milenegil@gmail.com

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL





Ocres e outros pigmentos terra

Associações de diversos minerais em proporções variáveis de que sobressaem os óxidos e hidróxidos de ferro, quartzo e minerais de argila.

Aquisição no comércio no final do século XIX-início do XX sob a designação de “tintas” ou côres em pó”, em pedra, em pó e em pastas já prontas para emprego”.

Utilização em pinturas murais

Monocromáticas e decorativas da construção civil (ex. tintas de cal e tintas poliméricas)

Pinturas murais artísticas (a fresco e a seco)

Mostruário de alguns dos pigmentos inorgânicos e corantes disponíveis para as pinturas da construção civil, publicado por Augusto Leitão no *Curso Elementar de Construções* (1896) (fonte de imagem Pereira, 1994).

- A existência em Portugal de matérias-primas para a produção de ocre e outros pigmentos terra é atestada por:

- Inventários dos recursos naturais em Portugal do século XVIII.

- Catálogos de exposições Universais e de Indústrias Fabrís do final do século XIX e inícios do XX.

- Manuais de mineralogia e boletins da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos do final do século XIX.

- Estudos para a Indústria de Cerâmica do século XX.

Da sua leitura foi possível:

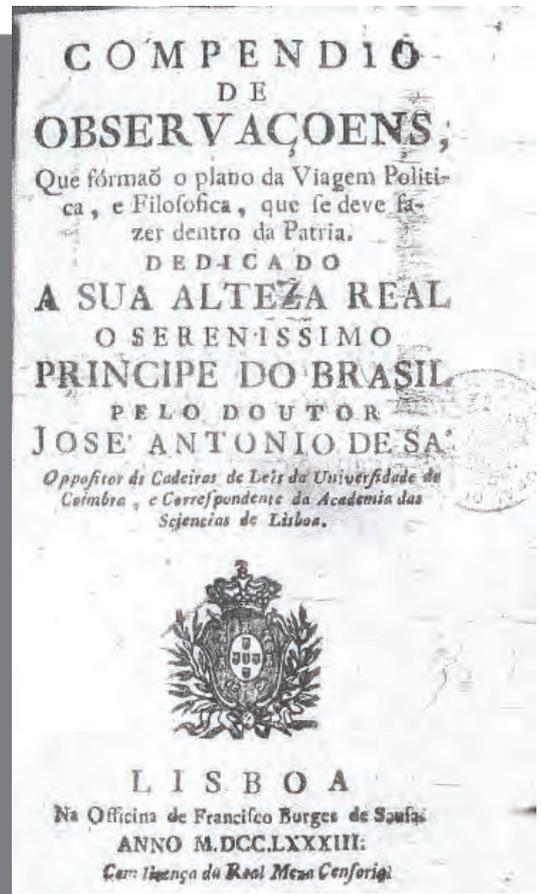
Localizar as ocorrências (e sua possível extração) de terras coradas para uso da pintura;

Identificar alguns concessionários que exibiram amostras de ocre e almáguas /Sítio das Picotas;

Perceber que este tipo de matéria-prima era bastante vulgar, aparecendo em pequenos depósitos ou em "massas" [camadas] de maiores dimensões;

Perceber que este tipo de matéria-prima era extraída por pedreiras e transformada em pigmentos por indústrias de terras coradas portuguesas na primeira metade do século XX;

Perceber que o comércio deste tipo de pigmentos não se limitava a Portugal.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

- Artigos publicados

. M. Gil, A.I. Seruya, J. Aguiar, A. Candeias, J. Carlos, S. Valadas, P. Alves, I. Ribeiro (2009). A cor de fachadas históricas no Alentejo, Parte 1: identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (realidade analisada em 2004-2006). *Conservar Património*, 10, 19-38.

. M. Gil, J. Aguiar, A. Seruya, R. Veiga, L. Carvalho, H. Vargas, J. Mirão, A. Candeias (2011). Colour essays: an inside look into Alentejo traditional limewash paintings and colored lime mortars. *Colour Research and Application*, Vol 36, Issue 1, 61-71 (DOI: 10.1002/col.20584).

. M. Gil, R. Green, M. L. Carvalho, A. Seruya, I. Queralt, A. Candeias, J. Mirão (2009). Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishment and characterization by LA-ICP-MS and spectra-colorimetric analysis', *Applied Physics, A Materials Science & Processing*, 96 (4), 997-1008 (DOI 10.1007/s00339-009-5134-)

. M. Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, A. Candeias, J. Mirão, I., Queralt, (2008). Yellow and red ochres from southern Portugal: elemental composition and characterization by WDXRF and XRD'. *Applied Physics.A*, (90), 49-50.

. M. Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, I. Ribeiro, I. Queralt, A. Candeias, J. Mirão (2007). Limewashing Paintings in Alentejo Urban Heritage: Pigments characterization and differentiation by WDXRF and DRX. In *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. (580), 780-731.

- Documentário *Cores do Alentejo*

<https://vimeo.com/23162373>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Calçada artística portuguesa: a imaterialidade da materialidade

António Miranda – Historiador, Associação da Calçada Portuguesa / CML

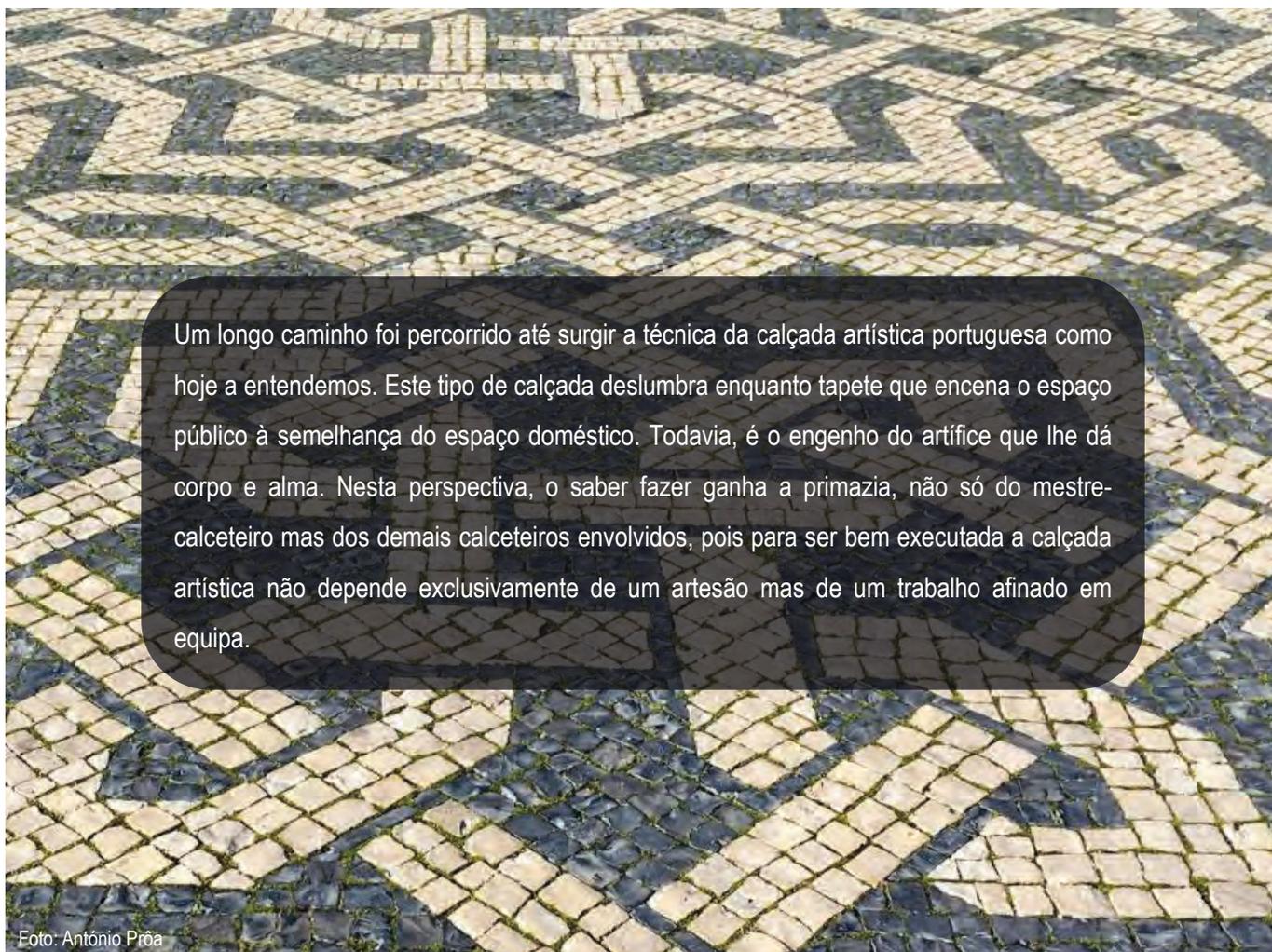
resumo Um longo caminho foi percorrido até surgir a técnica da calçada artística portuguesa como hoje a entendemos. Este tipo de calçada deslumbra enquanto tapete que encena o espaço público à semelhança do espaço doméstico. Todavia, é o engenho do artífice que lhe dá corpo e alma. Nesta perspetiva, o saber fazer ganha a primazia, não só do mestre-calceteiro mas dos demais calceteiros envolvidos, pois para ser bem executada a calçada artística não depende exclusivamente de um artesão mas de um trabalho afinado em equipa. Mal remunerada a profissão, esta arte, cuja génese remonta à Antiguidade, encontra-se em vias de extinção, pelo que se torna urgente o seu reconhecimento e valorização, tanto a nível nacional como internacional, também enquanto marca identitária da cultura e do povo que a criou.



Calçada artística portuguesa a imaterialidade da materialidade

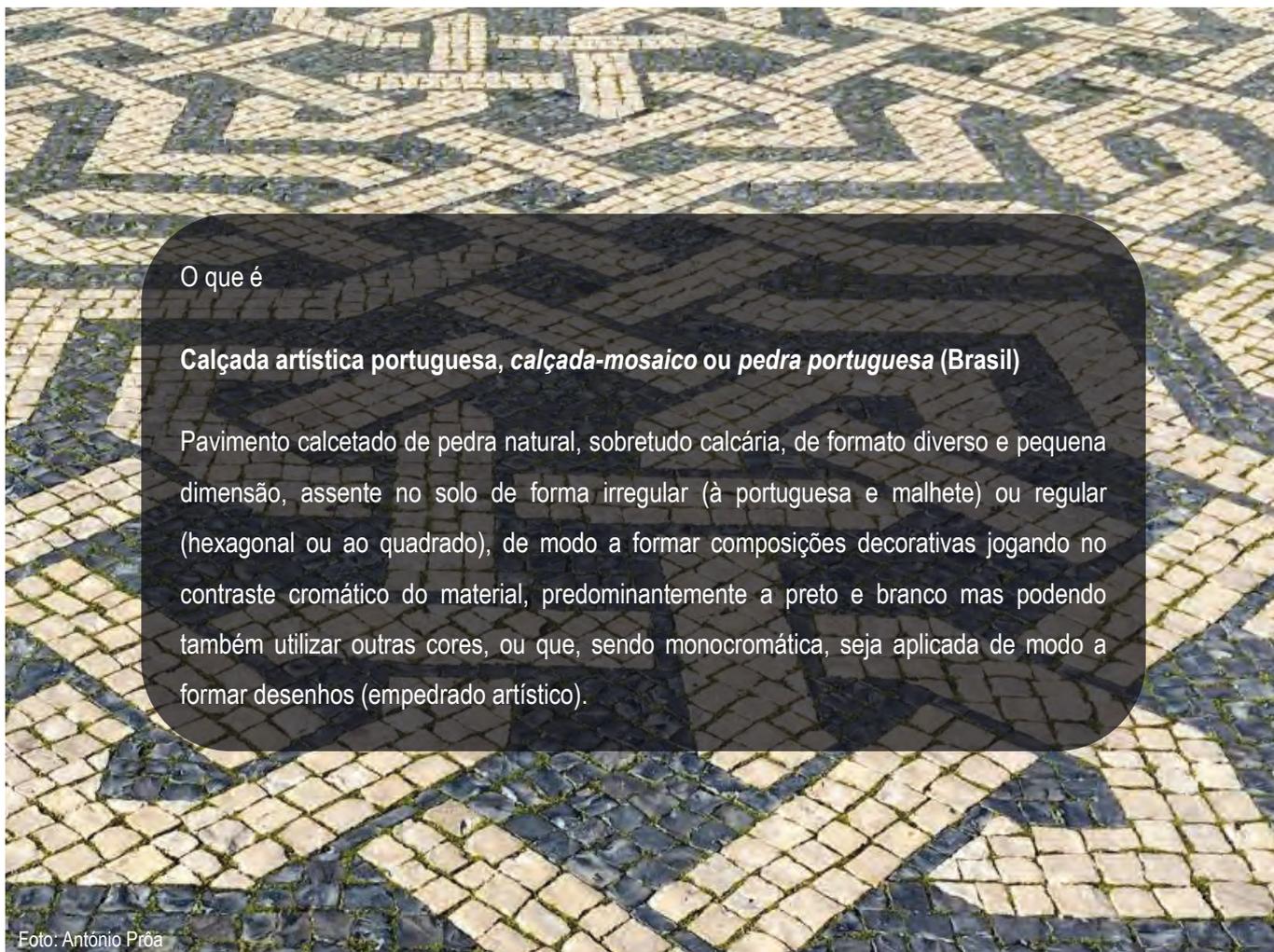
Foto: António Miranda

António Miranda
CML / Associação da Calçada Portuguesa



Um longo caminho foi percorrido até surgir a técnica da calçada artística portuguesa como hoje a entendemos. Este tipo de calçada deslumbra enquanto tapete que encena o espaço público à semelhança do espaço doméstico. Todavia, é o engenho do artífice que lhe dá corpo e alma. Nesta perspectiva, o saber fazer ganha a primazia, não só do mestre-calceteiro mas dos demais calceteiros envolvidos, pois para ser bem executada a calçada artística não depende exclusivamente de um artesão mas de um trabalho afinado em equipa.

Foto: António Prôa



O que é

Calçada artística portuguesa, calçada-mosaico ou pedra portuguesa (Brasil)

Pavimento calcetado de pedra natural, sobretudo calcária, de formato diverso e pequena dimensão, assente no solo de forma irregular (à portuguesa e malhete) ou regular (hexagonal ou ao quadrado), de modo a formar composições decorativas jogando no contraste cromático do material, predominantemente a preto e branco mas podendo também utilizar outras cores, ou que, sendo monocromática, seja aplicada de modo a formar desenhos (empedrado artístico).

Foto: António Prôa



Do ponto de vista técnico os caminhos pavimentados com pedras remontam à Antiguidade

in: https://mybrainsociety.blogspot.com/2016_04_01_archive.html?view=classic



Portugal herdou muitas estradas revestidas a pedra no período romano, herança a que árabes deram continuidade utilizando pedras mais pequenas, organizadas de forma estruturada, de acordo com as suas funções.

Tais pavimentos calcetados terão sido, durante grande parte da Idade Média, os únicos que Lisboa conheceu, até que, no século XV, e sobretudo na centúria seguinte, as obras públicas se voltam para a necessidade de calcetar as vias, para efeitos de comodidade na circulação e higiene, a começar pela prestigiada Rua Nova dos Mercadores, com granito oriundo do norte do país.

A essa técnica não está subjacente, na maioria dos casos, qualquer dimensão decorativa mas apenas utilitária, pelo que, em português, ao conjunto das pedras assim colocadas, justapostas, e às ruas assim empedradas generalizou-se designar por *calçada*. A técnica de assentamento deste tipo de calçada funcional aproxima-se da utilizada na calçada artística portuguesa à qual se juntou a decoração herdada do mosaico.



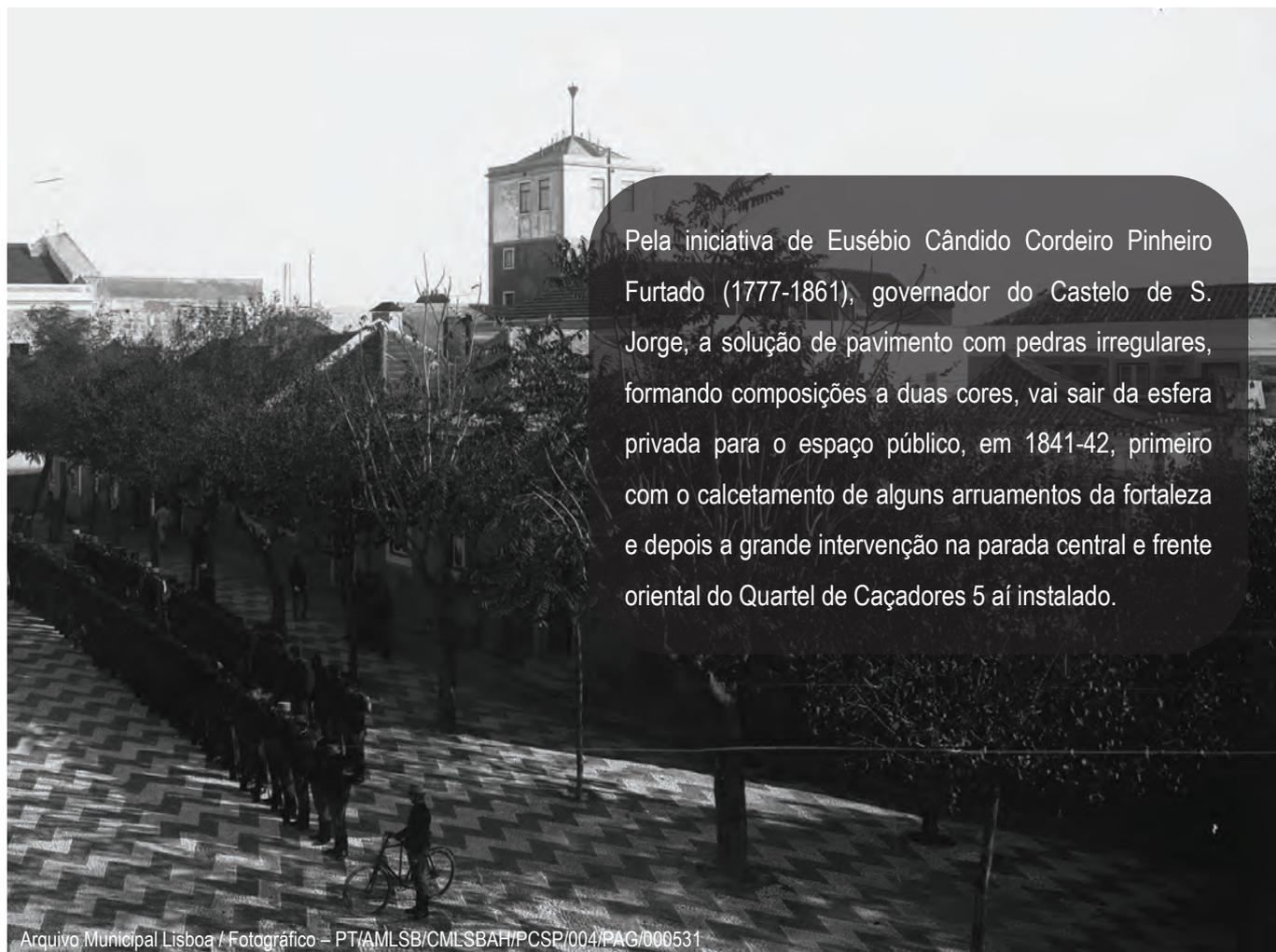
Mosaico Conímbriga – Foto in: <https://www.adauta.eu/coni.html>

Os mosaicos ornamentais de pedra recortada (*opus sectile*) nos mais diversos formatos e tamanhos, que vinham dos egípcios, os de seixos rolados (*opus lapilli*) dos gregos, e os de tesselas (*opus tessellatum*) dos romanos, a par dos embrechados (incrustações de conchas, fragmentos de loiça e de vidro, pedras, etc.) surgidos em Itália, no final do Renascimento, para ornamentar paredes, tectos e muros de jardins, casas de fresco, grutas e mesmo cascatas, podem se considerados, do ponto de vista artístico, os antepassados da Calçada Portuguesa como hoje a conhecemos.



Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico - PT/AMLSB/FER/008641

A utilização de seixos rolados, de maiores dimensões que no *opus lapilli*, ou de pedras irregulares, formando composições a preto e branco, em Portugal está referenciada pelo menos desde a segunda metade do século XVIII, onde nos surge a pavimentar átrios, pátios e pontualmente jardins.



Pela iniciativa de Eusébio Cândido Cordeiro Pinheiro Furtado (1777-1861), governador do Castelo de S. Jorge, a solução de pavimento com pedras irregulares, formando composições a duas cores, vai sair da esfera privada para o espaço público, em 1841-42, primeiro com o calcetamento de alguns arruamentos da fortaleza e depois a grande intervenção na parada central e frente oriental do Quartel de Caçadores 5 aí instalado.

Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico – PT/AMLSB/CMLSBAH/PCSP/004/PAG/000531



Dois anos depois estende-se a calçada-mosaico à Calçada Marquês de Tancos, e em 1848 dá-se início à emblemática intervenção no tabuleiro central do Rossio, concluída no final do ano seguinte, com o icónico motivo *Mar Largo*.

Começava o processo de democratização da calçada artística, cuja utilização alastrou a outros passeios e praças da cidade, convertendo-se numa das mais fortes marcas identitárias de Lisboa.

Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico – T/AMLSB/CMLSBAH/PCSP/004/ACU/002603

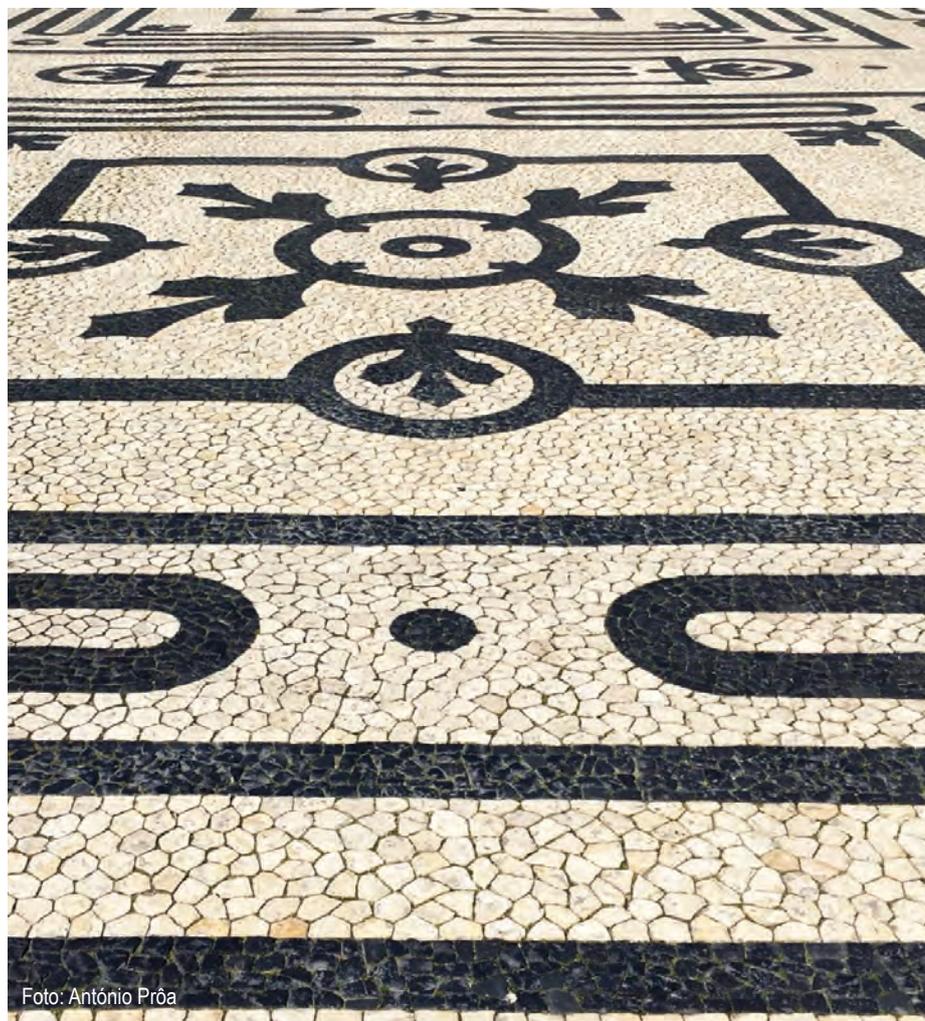


Foto: António Prôa

Calçada Portuguesa mais do que um pavimento é:

- **factor de identidade;**
- **afectividade;**
- **diferenciação histórica, artística e cultural** de Lisboa e de Portugal.

que importa proteger, valorizar, promover e internacionalizar.



Foto: António Prôa

Principal proposta de valor para a salvaguarda da Calçada Portuguesa é a sua classificação como património cultural imaterial da humanidade.

Considerando que, numa sociedade cada vez mais competitiva e globalizada, o que nos distingue é sermos diferentes.

A Calçada Portuguesa possui os atributos basilares para ser Património Imaterial da Humanidade, i.e.: ser diferente e única no mundo e ser construída a partir de elementos materiais:

- **pedra, areão, entre outros**
- mas também imateriais:
- **arte, artesanía, técnicas de calcetamento**



Foto: António Prôa

A adequação e requalificação da Calçada Portuguesa nos espaços públicos urbanos e, em particular, o seu usufruto por residentes, visitantes e turistas, revelam-se factores de impacto considerável na qualidade de vida das populações e na potenciação da identidade artística nacional e dum **“saber fazer” artesanal que é uma arte única no mundo.**



Foto: António Prôa

Como património corpóreo e incorpóreo enriquece e contribui para o desenvolvimento urbano sustentável dadas as suas características naturais.

Toda a sua fileira tem uma **forte marca identitária da cultura e sensibilidade de um povo**, desde a extracção da pedra, passando pela sua transformação, criação artística, elemento qualificador do desenho urbano, até à sua promoção enquanto produto turístico cultural de qualidade.



Este seu posicionamento como **elemento identitário** vital para a caracterização e valorização do espaço público urbano português é incontornável.

Ao permitir agregar os quatro pilares do desenvolvimento sustentável – **ambiente, economia, bem-estar social, arte e cultura** – pode vir a ser um elemento relevante na cadeia da economia circular ligada ao *cluster* da pedra e dos recursos minerais.

Foto: José Vicente (CML-DMC-DPC)



1986

Criada a Escola de Calceteiros da Câmara Municipal de Lisboa (Quinta Conde dos Arcos)

Tem como missão formar profissionais que utilizam a técnica adequada para a aplicação da Calçada Portuguesa, servindo simultaneamente como guardião dos elementos históricos e patrimoniais que lhe estão associados, caso dos

Foto: Luísa Doméllas – Escola de Calceteiros

MOLDES

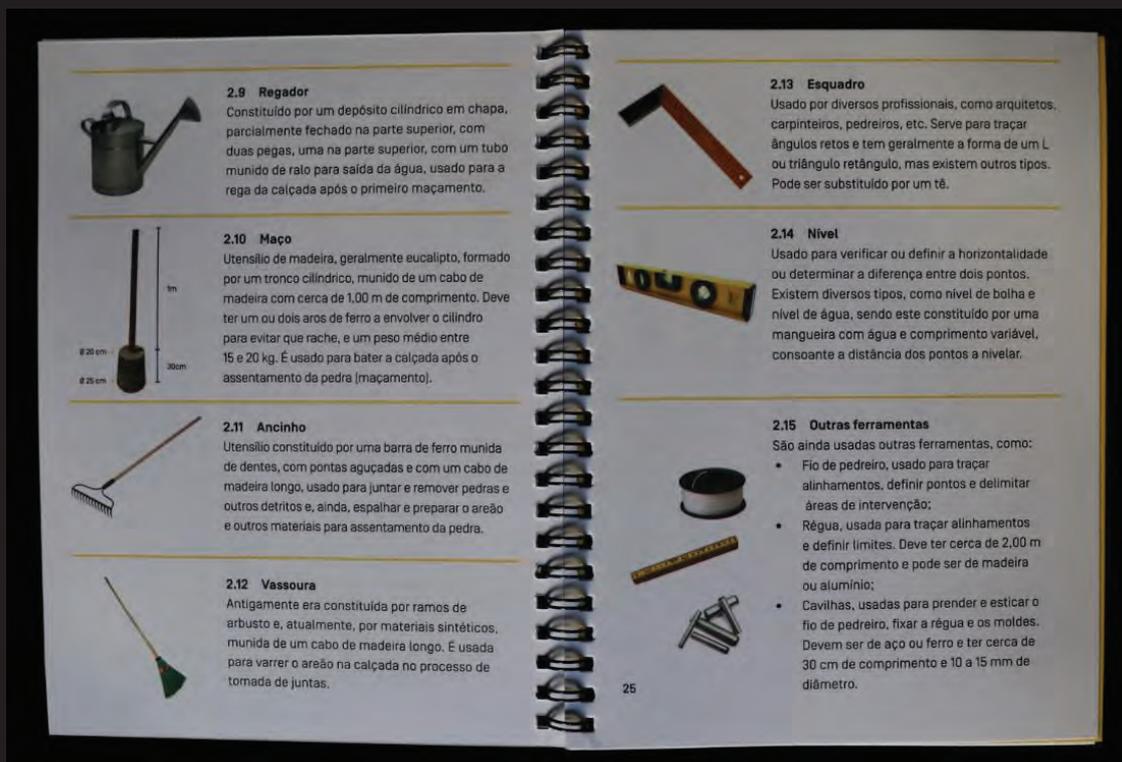
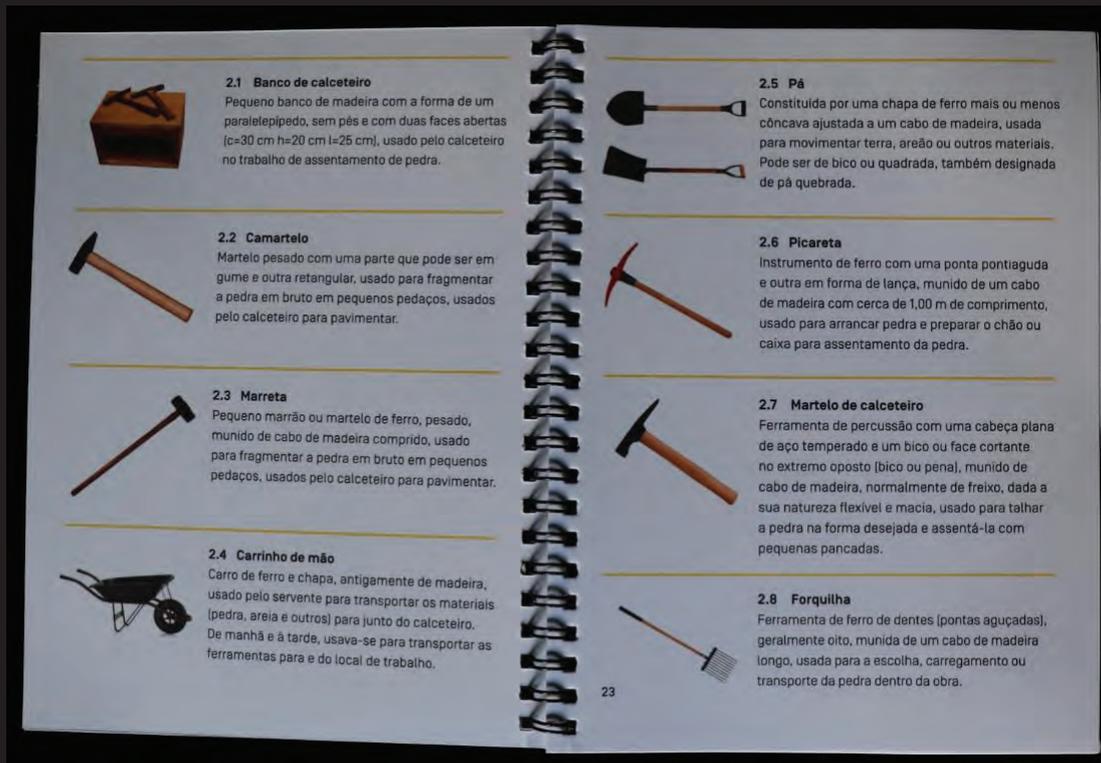


Foto: Luísa Dornellas – Escola de Calceteiros

FERRAMENTAS



Foto: Luísa Dornellas – Escola de Calceteiros





O SABER FAZER

Procedimentos na execução da calçada

1 – Preparação do terreno (que pode incluir abertura de caixa a escavar à profundidade necessária à pedra a utilizar).

2 – Passagem de pontos (permite nivelar a calçada ou dar-lhe declive desejado para permitir escoamento da água da chuva).

4 – Colocação e distribuição de materiais (almofada de assentamento - altura da camada de areão calcário em função da cota a atingir).

5 - Colocação dos moldes (determinar o eixo da rua; materializar o eixo através da fixação de um cordel ou fio de pedreiro entre extremos; definir a orientação das perpendiculares e colocar as marcas de nivelamento; fixar o molde através de cavilhas, do centro para o exterior quando se trate de motivos múltiplos).

Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico – PT/AMLSB/CMLSBAH/PCSP/004/JBN/000192



Foto: Luísa Dornellas – Escola de Calceteiros

SABER FAZER

Procedimentos na execução da calçada

6 – Execução da calçada (começando com contorno exterior do molde – emolduramento). Efectua-se a percussão do molde através de pancada do martelo. Retira-se o molde e procede-se ao preenchimento dos espaços vazios com pedra a contrastar, geralmente preta.

7 – Maçamento e acabamento da calçada – limpeza do pavimento calcetado: varrer a calçada; remover os detritos:

- Guarnecimento ou tomada das juntas (cobrir a calçada com areão; rodar ou varrer toda a superfície;
- Aconchegamento da calçada: (Primeiro maçamento com pouca pressão para manter a calçada desempenada; cobrir novamente a calçada com areão; rodar ou varrer toda a superfície e regar; remaçar a calçada);
- Acabamento (Proceder ao desempenho final com maço ou talocha mecânica; recobrir a calçada com areão e rodar ou varrer).



Foto: António Prôa

Calçada Portuguesa Elemento Identitário Vital para a Caracterização e Valorização do Espaço Urbano

Sendo um elemento do desenho urbano, distintivo e diferenciador, tem também a particularidade de ser um património urbano de referência mundial que se guarda na memória para sempre e que dota os lugares onde existe:

- de história, mas também de um presente com tradição e modernidade;
- de carácter e personalidade, conjugando harmoniosamente ruas e arquitecturas antigas com obras contemporâneas;
- de um sentido estético.



Face ao reconhecimento da importância estratégica da Calçada Artística Portuguesa na economia nacional, a *Câmara Municipal de Lisboa*, em parceria com a *ASSIMAGRA* - Associação Portuguesa dos Industriais de Mármore, Granitos e Ramos Afins, a *UCCLA* - União das Cidades Capitais Luso-Afro-Américo Asiáticas (União das Cidades Capitais de Língua Portuguesa), o *AIPPI* - Grupo Português da Associação Internacional para a Proteção da Propriedade Intelectual e a *Universidade de Lisboa*, promoveram a criação, em 2017, da Associação da Calçada Portuguesa para avançar com o estudo, a avaliação e o desenvolvimento de acções tendentes a torná-la um ativo de valor mundial (sua proteção, valorização e promoção).

Esse designio global consubstancia-se no objectivo central da Associação, candidatar a Calçada Portuguesa à *Lista Representativa do Património Cultural Imaterial da Humanidade* (UNESCO), precedido pela sua inscrição no *Inventário Nacional do Património Cultural Imaterial*.

Associação tem por missão proteger, valorizar (económica e artisticamente) e promover (nacional e internacionalmente) a Calçada Portuguesa enquanto património cultural e identitário de Portugal, através da construção dum referencial de salvaguarda e da sua adequação social e urbana de modo a impulsionar o desenvolvimento endógeno da sua fileira relevando, assim, as dimensões estética, artística, técnica e económica.

Faz também parte da sua missão a promoção da inovação, como contributo de resolução dos problemas existentes, para garantir uma adequada qualidade do espaço público, melhoria do bem-estar e da qualidade de vida das populações.



Foto: António Prôa

Principais perspectivas de abordagem são

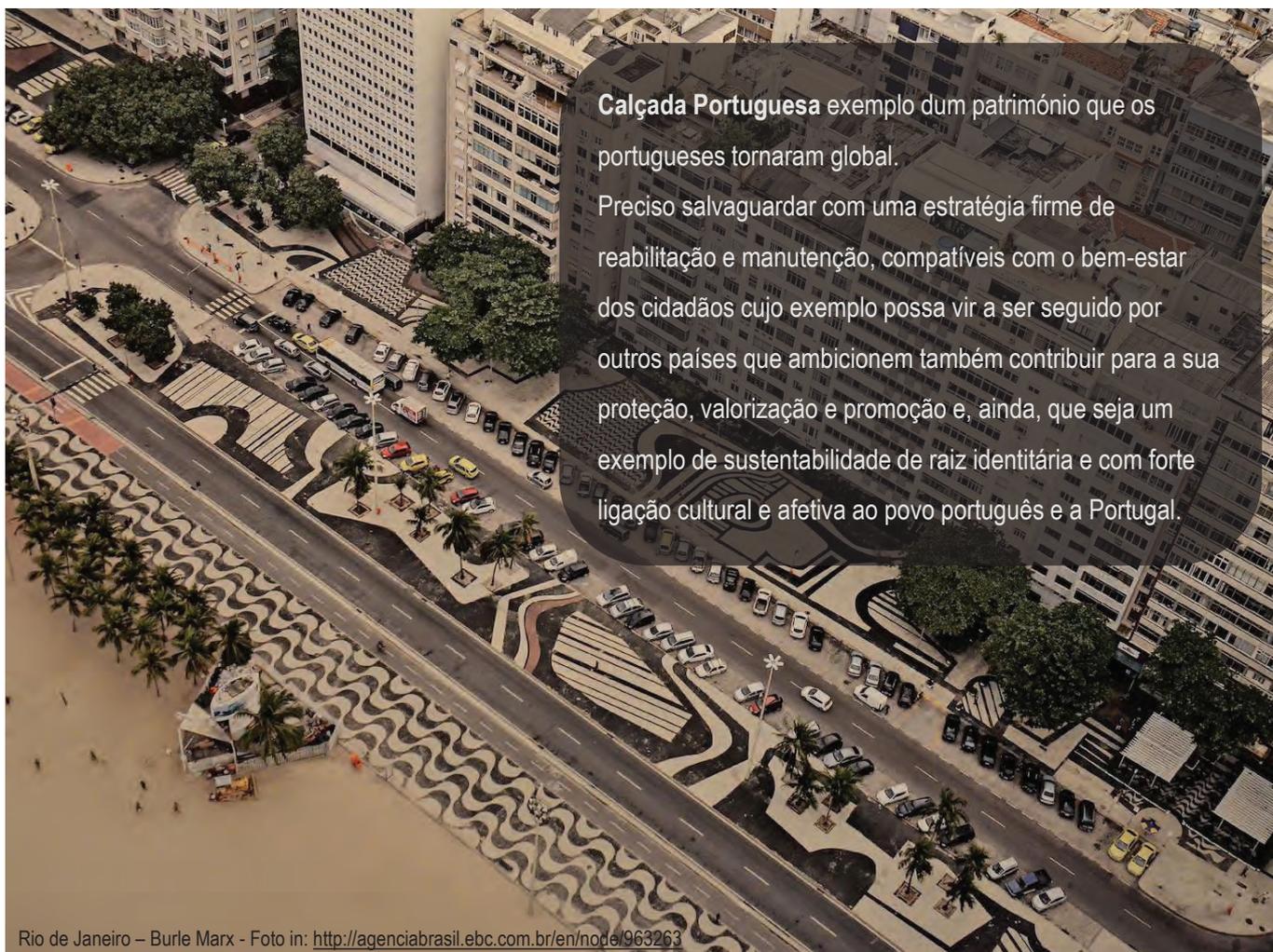
- a inventariação
 - a proteção
 - a criação artística
 - a investigação histórico-científica
 - a valorização económica do recurso natural
 - a sua integração em produtos turísticos
 - a sustentabilidade ambiental do processo e a sua durabilidade
- a investigação sobre novas técnicas de aplicação e de manutenção
 - a incorporação de tecnologia
 - a adequação a novos usos e inspiração para outros suportes
 - a formação profissional
 - a valorização da profissão de calceteiro
 - a certificação
 - a internacionalização



Salvaguardar e investir na Calçada Artística Portuguesa é criar riqueza cultural, histórica, identitária, visual e afetiva, pois tão importante como o bem-estar estético é a riqueza do engenho e do conhecimento humano.

Foto: António Miranda

Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico – PT/AMLSB/CMLSB/PCSP/004/JBN/005041



Calçada Portuguesa exemplo dum património que os portugueses tornaram global.

Preciso salvaguardar com uma estratégia firme de reabilitação e manutenção, compatíveis com o bem-estar dos cidadãos cujo exemplo possa vir a ser seguido por outros países que ambicionem também contribuir para a sua proteção, valorização e promoção e, ainda, que seja um exemplo de sustentabilidade de raiz identitária e com forte ligação cultural e afetiva ao povo português e a Portugal.

Rio de Janeiro – Buple Marx - Foto in: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/en/node/963263>

Calçada Portuguesa

- **elemento estratégico na valorização do espaço público urbano.**

(torna-se essencial a criação e implementação de uma política municipal que a posicione como um elemento artesanal estratégico para a valorização dos territórios urbanos)

Calçada Portuguesa

- **suporte privilegiado, enquanto marca identitária, para a criação artística na arte urbana, forma pioneira e distintiva de como os portugueses assumiram o embelezamento urbano com este tipo de empedrado artístico.**



Foto: António Miranda

Foram identificados diversos pontos fortes e oportunidades que apontam para a possibilidade da Calçada Portuguesa vir a ter um lugar de maior destaque no desenvolvimento do desenho urbano e como elemento qualificador da oferta turística portuguesa, com impacto não só económico mas também social devido ao efeito multiplicador sobre a economia e sobre o emprego e, mesmo, de arrastamento de vários sectores, particularmente se a Calçada Portuguesa vier a integrar a lista da UNESCO enquanto Património Cultural Imaterial da Humanidade.

Pontos fortes:

- 1 - Relevante património presente em Portugal e no Mundo.
- 2 - Forte âncora identitária e uma marcante herança histórica, cultural e técnica.
- 3 - Produto artesanal singular e único no mundo.
- 4 - Elemento diferenciador e promocional de Portugal.
- 5 - Elemento qualificador da oferta artística urbana (*street art*) e da oferta turística.
- 6 - Atracção e interesse permanente de turistas, visitantes e jornalistas que escrevem sobre a Calçada.
- 7 - A luz que a pedra branca da Calçada reflete.

- 8 - Permite uma fácil drenagem das águas pluviais.
 - 9 - Capacidade de adaptação morfológica às dinâmicas do solo.
 - 10 - Potencia experiências sensoriais, sobretudo visuais, e a exploração artística e criativa para outras artes.
 - 11 - Reutilização da pedra original.
 - 12 - Integra uma fileira com potencial para gerar impactos positivos sobre a economia.
 - 13 - Compatível com a utilização conjunta com outros tipos de pisos.
- Potencia a convergência e conhecimento da história comum de Portugal com outros países e veículo para captar os benefícios de trocas culturais

Oportunidades

- 1 - Introdução da calçada artística como uma linha de intervenção na requalificação urbana.
- 2 - Líderes de opinião interessarem-se pela calçada artística portuguesa.
- 3 - Temática a integrar em planos estratégicos de escala local, regional ou nacional.
- 4 - Introdução de sinalética informativa relativa à sua história e estórias.
- 5 - Desenvolver investigação sobre novas técnicas e novas utilizações com universidades e polos tecnológicos industriais.
- 6 - Melhorar a mobilidade e resolver problemas para pessoas com necessidades especiais.

- 7 - Novas oportunidades de negócio na fileira da Calçada.
- 8 - Sustentabilidade da pedra por perdurar no tempo.
- 9 - Introdução de inovação tecnológica na mobilidade urbana.
- 10 - Suporte para a criação artística.
- 11 - Factor de diferenciação para a oferta turística.
- 12 - Elemento agregador para o estabelecimento de sinergias entre os diferentes *stakeholders*, actualmente dispersos e que se pretende congregam em torno deste interesse comum.
- 13 - Promover a criação da marca "Calçada Portuguesa" e a sua notoriedade.
- 14 - Providenciar formas para prestigiar o calceteiro.

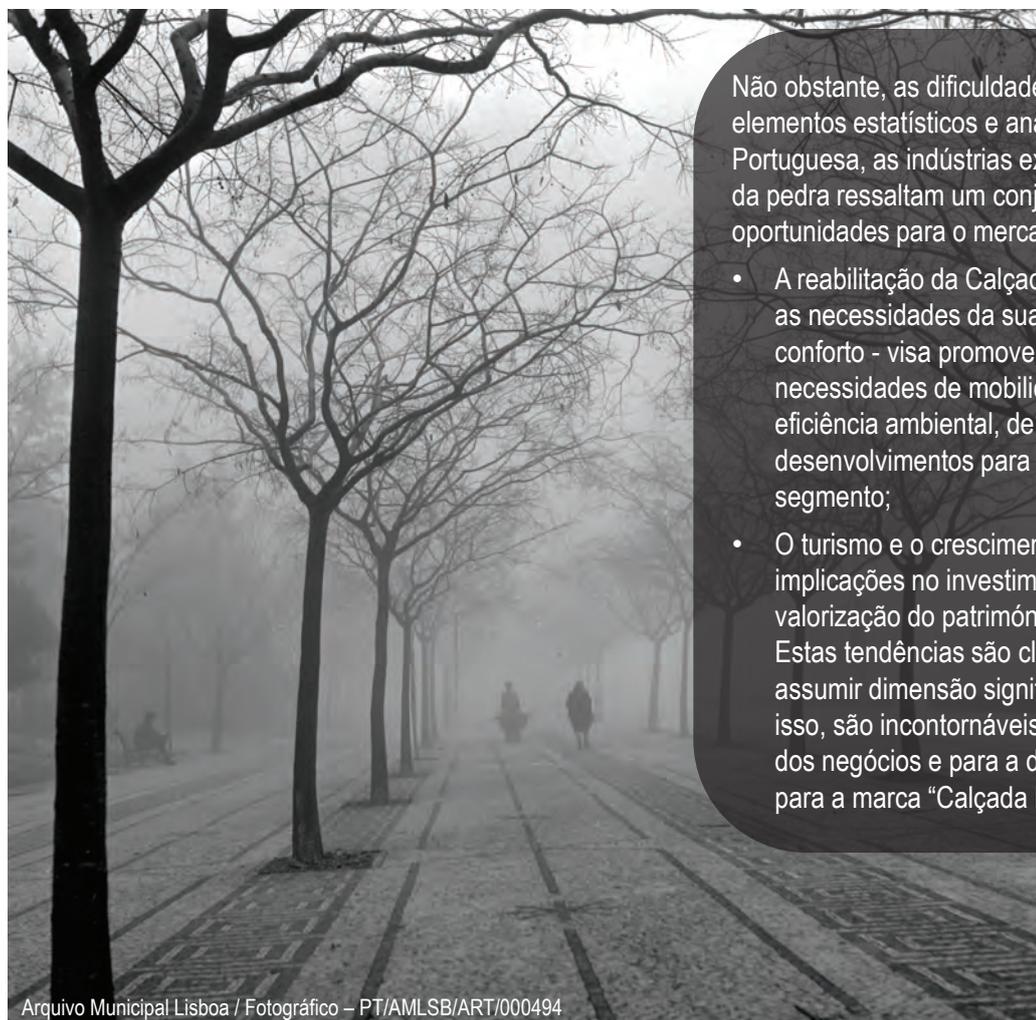
Pontos fracos:

1. Deficiente execução, reabilitação e manutenção da Calçada poderá constituir constrangimentos ao nível do conforto e da segurança da população
2. Dificuldade em implementar um programa integrado de renovação, reabilitação e manutenção da Calçada
3. Carência de profissionais qualificados – mestres calceteiros e ajudantes
4. Desvalorização da profissão de calceteiro
5. Reduzida inovação, promoção e divulgação da Calçada
6. Inexistência dum estudo sobre a fileira económica da Calçada

Inexistência de Calçada nos pavimentos de algumas zonas urbanas mais periféricas e de menor valor fundiário

Ameaças

1. Declínio das indústrias extractiva e de transformação da pedra para Calçada
2. Tendência de diminuição de mestres calceteiros em Portugal
3. Alternativas de pavimentos com custos mais reduzidos
4. Insuficiente comodidade e segurança se não se melhorar a qualidade da pedra, do corte e da aplicação
5. Ausência de certificação profissional e de processos da fileira da Calçada
6. Falta certificação da profissão de calceteiro
7. Perda de autenticidade se não se respeitarem regras e normas de construção da Calçada



Não obstante, as dificuldades na obtenção de elementos estatísticos e analíticos sobre a Calçada Portuguesa, as indústrias extrativas e transformadoras da pedra ressaltam um conjunto assinalável de oportunidades para o mercado, destacando-se:

- A reabilitação da Calçada Portuguesa construída: as necessidades da sua conservação; melhorar o conforto - visa promover condições adequadas às necessidades de mobilidade das pessoas - e a eficiência ambiental, de modo a potenciar outros desenvolvimentos para novos negócios nesse segmento;
- O turismo e o crescimento da procura turística tem implicações no investimento em obras de valorização do património dos centros históricos. Estas tendências são claras e, a prazo, podem assumir dimensão significativa no mercado, por isso, são incontornáveis para a visão prospetiva dos negócios e para a definição das estratégias para a marca “Calçada Portuguesa”.

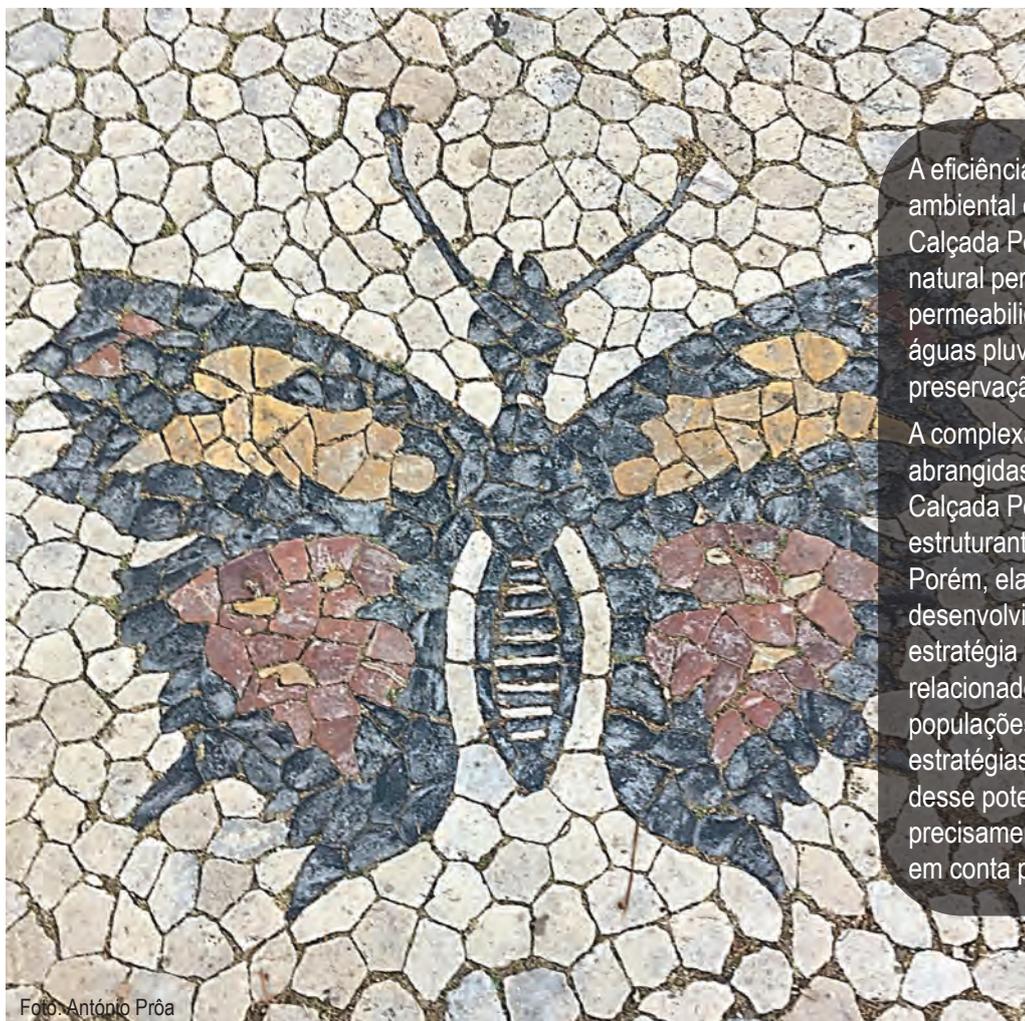


Foto: António Prôa

A eficiência e a sustentabilidade ambiental e de higiene urbana que a Calçada Portuguesa enquanto produto natural permite, no que respeita à permeabilidade, ao escoamento das águas pluviais e limpeza convidam à preservação da pedra da calçada.

A complexa rede de actividades abrangidas na sua fileira, fazem da Calçada Portuguesa um elemento estruturante do ordenamento urbano. Porém, ela só será potenciadora de desenvolvimento se obedecer a uma estratégia integradora dos valores relacionados com o bem-estar das populações na configuração de estratégias que tirem melhor partido desse potencial endógeno e foi essa precisamente a orientação que se teve em conta para a estratégia definida.



Foto: António Prôa

Para melhor conhecer é preciso

- inventariar a fileira da Calçada
- desde as técnicas de extração e transformação
- à sua concepção e técnicas de aplicação da pedra

e ainda

- levantamento dos desenhos e os locais em Portugal e no Mundo que possuam Calçada Portuguesa

É preciso igualmente

- promover a formação na arte de saber fazer Calçada Portuguesa;
- dignificar a profissão de Calceteiro;
- valorizar a fileira económica da Calçada Portuguesa, da extração à criação artística e calcetamento.

Arquivo Municipal Lisboa / Fotográfico - PT/AMLSB/MAO/000315

Principais Pedreiras de Calcário de Calçada

Exploração de Calcário para Calçada Portuguesa

A Calçada Portuguesa é um pavimento de pedra natural, tradicionalmente calcária, embora se verifiquem adaptações nos materiais utilizados associados à disponibilidade local, com destaque para o basalto nos Açores, o granito no norte e interior ou o mármore em algumas localidades do Alentejo.

Os 8 núcleos formais de explorações de calcário para calçada estão geograficamente distribuídos nas zonas, centro, oeste e sul de Portugal.





Foto: António Prôa

As pedreiras têm vindo a diminuir

- por falta de procura de pedra para calçada;
- as existentes são genericamente de reduzida dimensão, variando entre 1 a 10 trabalhadores por exploração;
- empresarialmente são estruturas de natureza familiar.



Foto: António Prôa

A partir de Lisboa, a Calçada Portuguesa espalhou-se por todo país e ex-colónias portuguesas subjacente a um ideal de moda e de bom gosto, tendo-se apurado o sentido artístico, que foi aliado a um conceito de funcionalidade, originando autênticas obras-primas nas zonas pedonais e que se revelam como ex-libris de zonas urbanas como por exemplo o *Mar Largo* do Rossio, o calçado de Copacabana, Ipanema e Leblon no Rio de Janeiro. Daqui bastou somente mais um passo para que esta arte ultrapassasse fronteiras, sendo solicitados mestres calceteiros portugueses para executar e ensinar trabalhos no estrangeiro.

Países com Calçada Portuguesa Exemplos



António Miranda

Saberes, fazeres e executores numa fábrica de azulejo

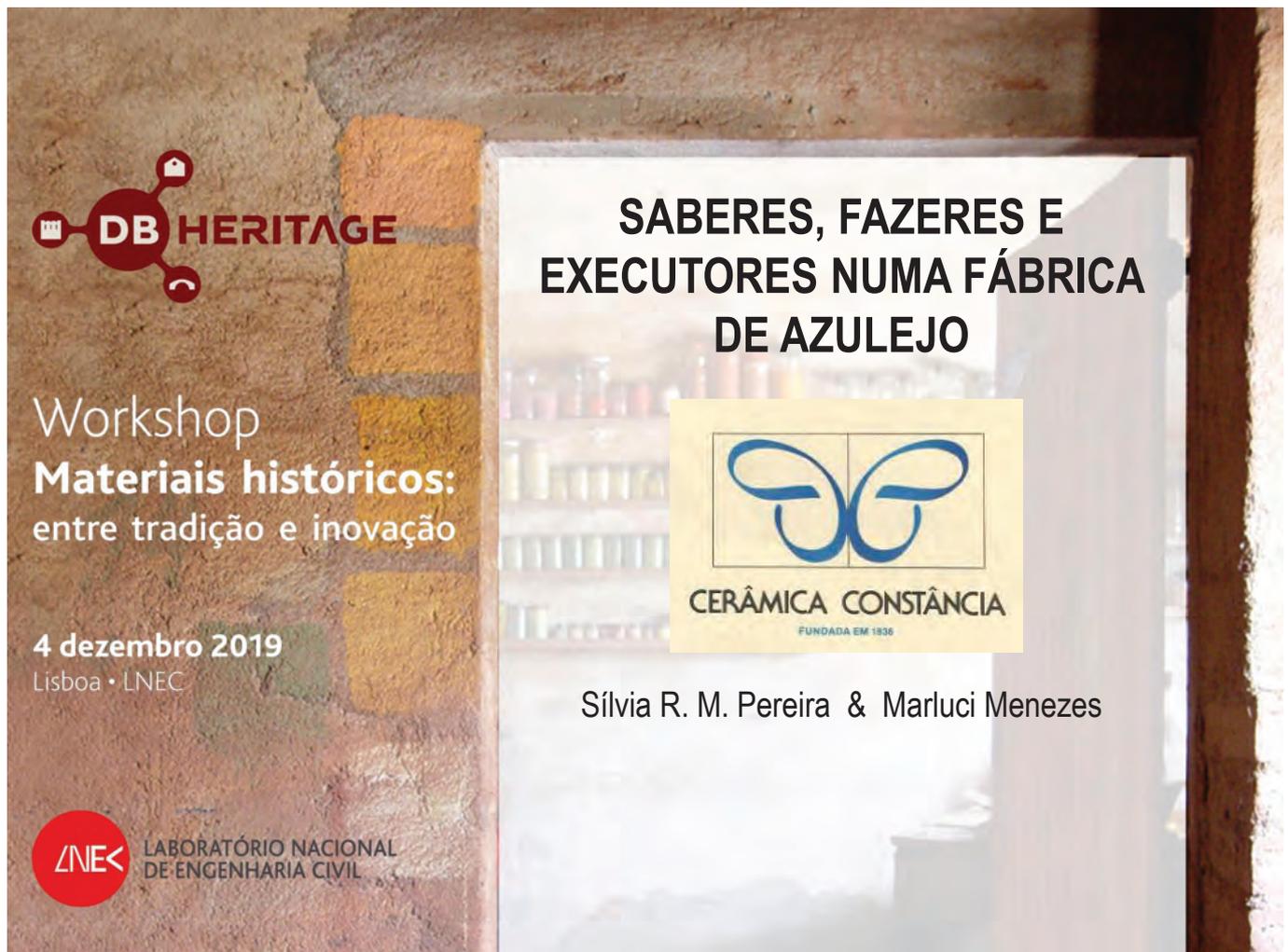
Sílvia Pereira – Química, LNEC e Laboratório Hércules-UE

spereira@lneec.pt

Marluci Menezes – Antropóloga, LNEC

marluci@lneec.pt

resumo A Fábrica Cerâmica Constância foi uma importante unidade de produção artística que, entre 1836 e finais de 2001, operou em cerâmica decorativa utilitária e em azulejaria. Com muita experiência e conhecimento na arte cerâmica, nesta fábrica trabalharam em esforço e partilha de conhecimento um diverso conjunto de artistas/ artesões/ ladrilhadores/ operários/ vendedores/ gestores. Como resultado deste esforço conjunto foi obtido um importante portfólio de obras azulejares que, hoje, contribuem para o património azulejar e a arte urbana em Portugal. Dentro dos quais se destacam: o muro da Av. Calouste Gulbenkian (João Abel Manta, 1970-1972), a torre da Fundação Cupertino de Miranda (Charters de Almeida, 1968) e o painel do pavilhão dos oceanos no Oceanário (Ivan Chermayeff, 1997). A apresentação faz uma revisita à Fábrica Cerâmica Constância. O objetivo é partilhar algumas memórias socio-técnicas e artísticas conforme recolhidas a partir de entrevistas a antigos trabalhadores da Fábrica e ao seu gerente. Em específico, revelam-se determinados materiais, lógicas de trabalho e organização, sobretudo aqueles mais ligados ao azulejo.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**SABERES, FAZERES E
EXECUTORES NUMA FÁBRICA
DE AZULEJO**

CERÂMICA CONSTÂNCIA
FUNDADA EM 1836

Sílvia R. M. Pereira & Marluce Menezes

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Enquadramento

Âmbito geral

- Contribuir para aumentar o conhecimento dos processos técnicos de produção do azulejo em Portugal.

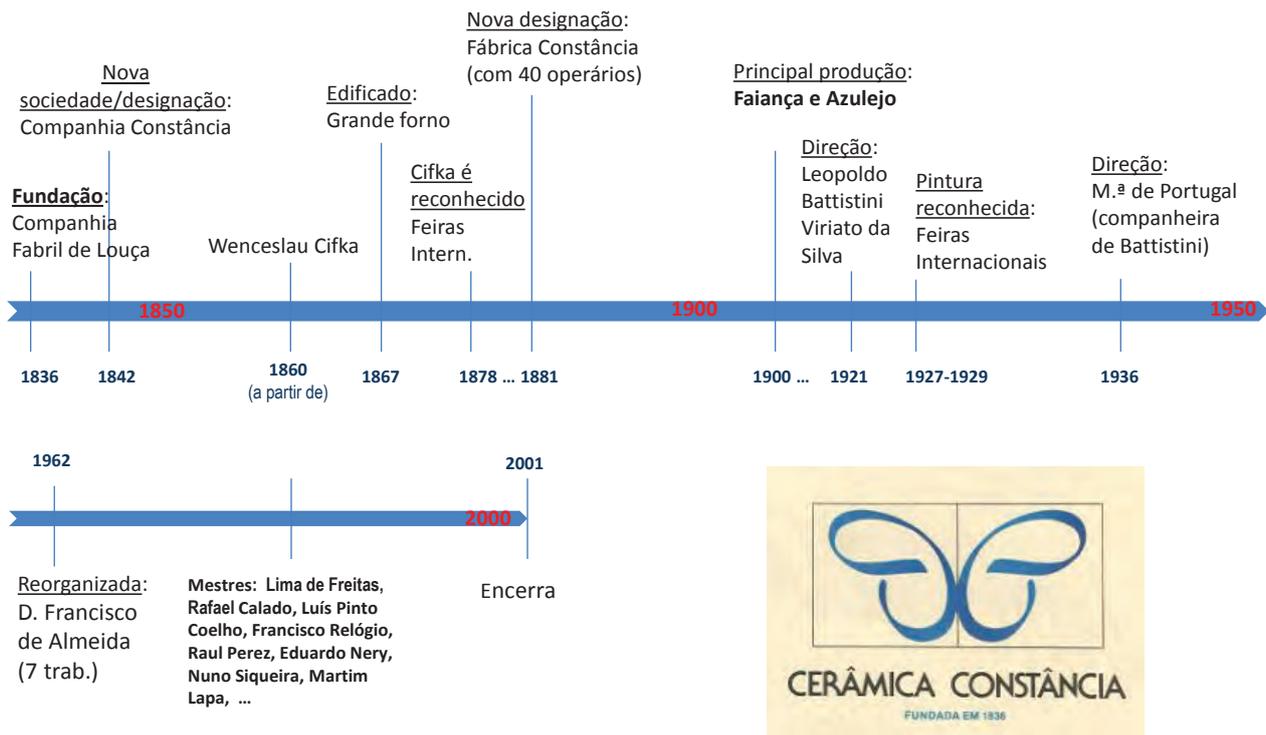
Objetivo específico

- Apresentar determinados materiais, lógicas de trabalho e organização fabril **a partir da memória socio-técnica – testemunhos orais** – de antigos trabalhadores da **Fábrica Constância**.



Fonte: S. Pereira, 2017

A Cerâmica Constância na produção azulejar: breves notas



Fonte: espólio Paulo Matos



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Metodologia de recolha dos testemunhos orais

■ Criando fontes a partir do **testemunho oral dos trabalhadores**

A partir da **narrativa**:

- **Recuperar** materiais, ferramentas, desenhos, saberes e modos de fazer através de gestos e palavras...
- Contribuir para **dar significado**, valor e poder de ação à **experiência vivida** (pela **pessoa**) e **guardada na memória**.

- Nome do praticante do ofício e do local em que o ofício é praticado.
- Identificação de elementos de caracterização do narrador (ex. ofício, idade, sexo, escolaridade, quando começou a trabalhar no ofício, com quem aprendeu o ofício ...).
- Dados históricos, materiais e artísticos do processo de criação/produção.
- Designação dos espaços, edifícios, ferramentas, materiais e objetos utilizados na execução do ofício.
- Descrição das etapas e de trabalho e seus objetivos, modos de desenvolvimento e aplicação.
- Descrição dos modos de aprendizagem do ofício e de transmissão.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Criando fontes a partir do testemunho oral: entrevistados

■ Paulo Matos | PM

- Pintor criador.
- 53 anos, lisboeta (na data da entrevista).
- Começou a trabalhar na Constância em princípio dos anos de 1990, onde trabalhou até 2001.



“... como tinha apetência pelas artes, gostava muito de desenhar, logo a seguir à tropa um tio meu tinha conhecimentos justamente com um senhor, um amigo dele que era dono da cerâmica Monogrês e foi ele o meu primeiro contato e primeiro trabalho mais a sério e a partir daí a cerâmica ficou para sempre.” (10.05.2017)

■ Jorge Narciso | JN

- Responsável pela produção / manutenção.
- 57 anos, lisboeta (na data da entrevista).
- Começou a trabalhar na Constância em 1978, onde trabalhou até 2001.



“Fazia a preparação do azulejo, a vidragem do azulejo e a distribuição. Por trás disso tinha a manutenção da fábrica para produzir esses azulejos, tinha a parte elétrica, a parte dos fornos, da maquinaria, às vezes fazia o apoio da entrega e preparação de tintas.”

(27.05.2017)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Criando fontes a partir do testemunho oral: entrevistados

■ Dom Francisco de Almeida | DFA

- Sócio Gerente
- 84 anos, lisboeta (na data da entrevista).
- Adquiriu a Constância em 1962, onde trabalhou até 2001 quando se reforma.

“(...) trabalhei pouco tempo numa fábrica de porcelana Alemã ... Depois fui trabalhar para uma fábrica que ainda existe, que era dos meus tios e da minha mãe (...), a Fábrica da Abrigada. Aí aprendi a parte industrial da cerâmica (...), decidimos mudar para Lisboa e apareceu a Fábrica Constância ...”

“A senhora Albertina Santos (Maria de Portugal) já tinha bastante idade e a fábrica foi descaindo...” (DFA)

(17.11.2017)



Fonte: M. Menezes



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

O espaço da fábrica

“O espaço era grande estava compartimentado entre áreas: a área da estampilha, da vidragem, dos moldes, a concepção de peças e a da pintura que tinha dois andares.” (PM)

“Era amplo, boa luz sobretudo no 1º andar (...) tinha muito boa luz (...) portanto, os pintores sentiam-se bem porque podiam andar para trás. Quer dizer sobretudo nas obras grandes é preciso espaço para ver a obra. Isso é muito importante espaço para ver a obra porque se estamos em cima do objeto a gente não está a ver o que está a acontecer.” (PM)



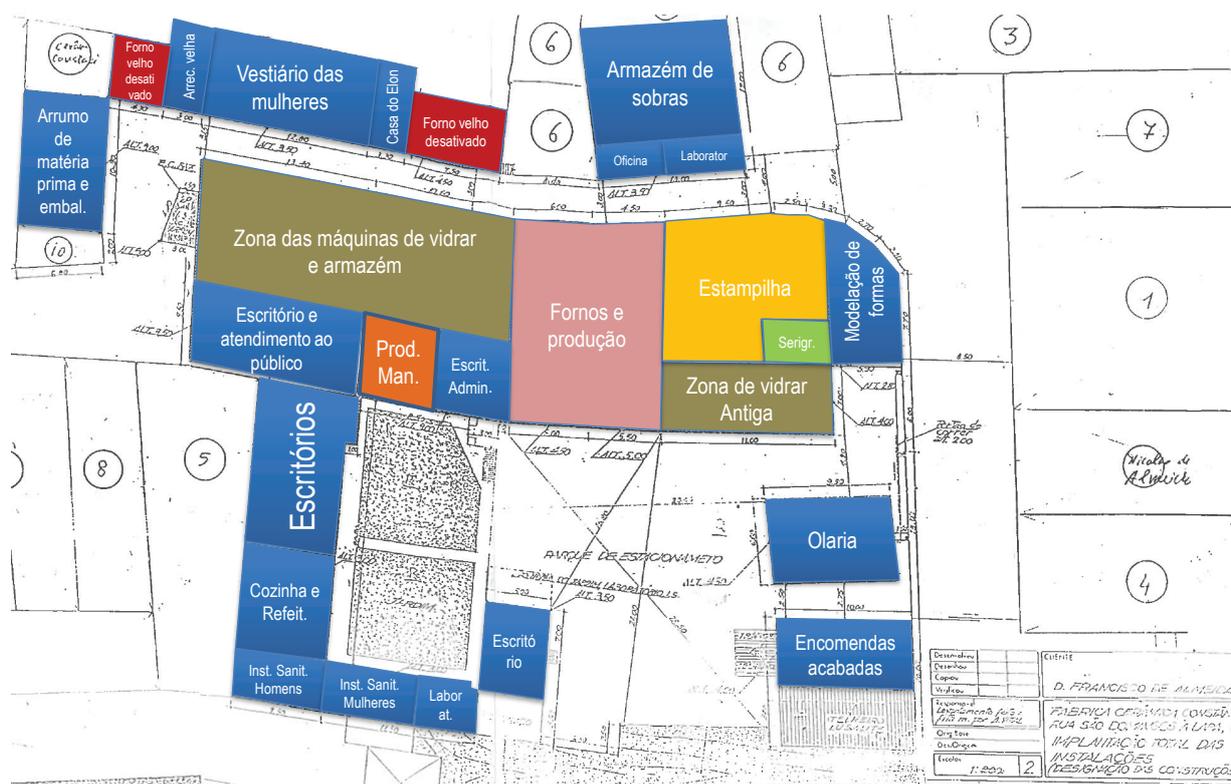
Fonte: S. Pereira, 2017



Fonte: Espólio de Paulo Matos (PM)



Planta da fábrica e funções nos espaços



A equipa criativo/produtiva

- Quando D. Francisco de Almeida comprou a fábrica, em 1962, a Maria de Portugal: “já só tinha 6 ou 7 operários na fábrica” (DFA).
- Segundo DFA o máximo de trabalhadores foi de 92.
- Uma sistematização do registo de trabalhadores da fábrica em 1998, indica que dos 74 trabalhadores, 55 tinham funções técnico-criativas ou de suporte da produção cerâmica, dentro dos quais 39 estavam directamente relacionados com atividades de pintura, estampagem ou serigrafia. A secção de estampilha (22 trabalhadores) era, em 1998, totalmente composta por mulheres, sendo estas também a maioria (85%) na secção de pintura manual (17 trabalhadoras).

Fonte: Registo de trabalhadores da Fábrica Constância, 1998 (C.F.A)

"(...) era uma fábrica muito mais feminina." (PM)

Aprender o ofício

“As pessoas **começam** na fábrica **no apoio** (ex. forneiro e produção técnica), apanhar azulejo, vidrar e depois pouco a pouco se **tivessem capacidade e gosto iam experimentar outras coisas**. **Começavam com o básico** e iam **evoluindo consoante o jeito**, tendo umas que passam à estampilharia, pintor de 3.^a, depois 2.^a (...)” (JN)



Fonte: Revista do Diário de Notícias de 1986
(Espólio do Museu Nacional do Azulejo)

O barro

“(...) eram dois barros: um com cerca de 80-90% da quantidade que era preciso e o outro era um barro calcário, com carbonato de cálcio que era aqui de Lisboa. O barro de Lisboa é muito calcário.” (DFA)

“Antigamente iam as carroças para lá, os dois barros, no átrio da fábrica (...) Era deitado para um tanque grande (...) depois corria para dentro dos tanques e ficava ali como nas salinas a evaporar a água (...) quando começava a estalar começava a levantar pontas, pegava-se nessas pontas, levantava-se e amassava-se (...)” (DFA)

“Era um trabalho muito demorado e impossível de fazer, economicamente não dava.” (DFA)



Fonte: Xavier (1805)

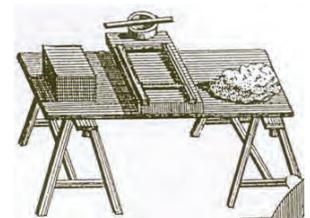


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfBbM4A>

A chacota

“Punham areia para o barro não agarrar (...), punham em cima uma moldura de ferro, que era o quadrado do azulejo um bocadinho maior por causa da contração (do barro ao secar) (...). O chapão de barro em cima (...) depois calcavam, calcavam (...) para ocupar o espaço todo (...), com um arame cortavam (...), com a mão tiravam por baixo e ficavam com o azulejo na mão (...)” (DFA)

“Depois é que verificou-se que estávamos a fazer dentro de Lisboa uma produção industrial pesada no fundo, com fornos, com prensas, com milhares de barro... e que mais valia comprar feito que acabava por ficar igual (...) passámos a comprar as chacotas a uma empresa de Pombal.” (DFA)



Fonte: Fer. Da Silva (1804)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfBbM4A>

O vidro

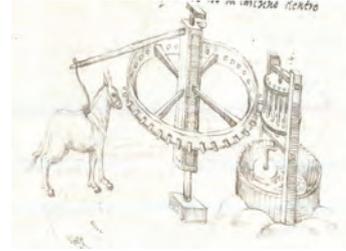
“Antigamente as tintas eram feitas lá. Mesmo os vidros, era tudo feito lá. E era muito mais bonito (...).” (DFA)

“Eram canos de chumbo das demolições dos prédios (...), juntavam-se uma barrinhas de estanho (...), depois fundia-se para trás e para a frente com um rodo, até ficar tudo oxidado (...) num forno de reverbero (...) tudo a lenha (...) foi deitado a baixo (...).” (DFA)

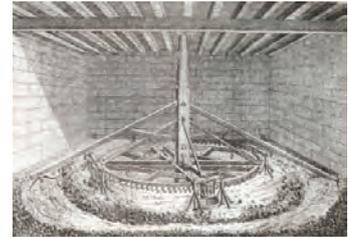
“O vidro comprávamos a uma empresa Portuguesa que era a Ferro.” (DFA)

“Tínhamos um vidro que era o vidro Cerâmica Constância.” (PM)

“Era feito específico só para nós (...), misturavam com água e faziam a vidragem (...).” (JN)



Fonte: Piccolpasso (1548)



Fonte: Xavier (1805)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A vidragem

“A vidragem manual era por imersão ou derrame.” (JL)

“(...) é ativado uma cortina de vidro líquido a cair que passa sobre a linha de vidragem e é um processo comum. (...) Entram as chacotas, a chacota passa, primeiro é humedecida para não ir seca. Porque se for seca pode criar bolhas de ar (...).” (PM)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfbM4A>



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zklisKYTYjQ>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Pintura especializada e criativa

“Era preciso uma boa escola de pintura (...). Há uma tendência nos azulejos feitos agora que é de pegar num pincel fininho e fazer desenho. O azulejo antigo (...) era traços grossos, era pincel grosso, não tem nada a haver com a pintura atual.” (DFA)

“(...) os vidrados novos também não ajudam (...), os riscos ficavam todos muito nítidos (...), o azul não irradia (...)”. (DFA)

“Os trabalhos eram entregues de acordo com o grau de dificuldade técnica e artística. Ao pintor criador eram destinados os painéis de maior dificuldade, criação de novos modelos, elaboração de maquetas, acompanhamento e gestão de equipas, no processo produtivo de grandes obras e apoio à formação de novos pintores.” (PM)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfBbM4A>



Fonte: Espólio de Paulo Matos

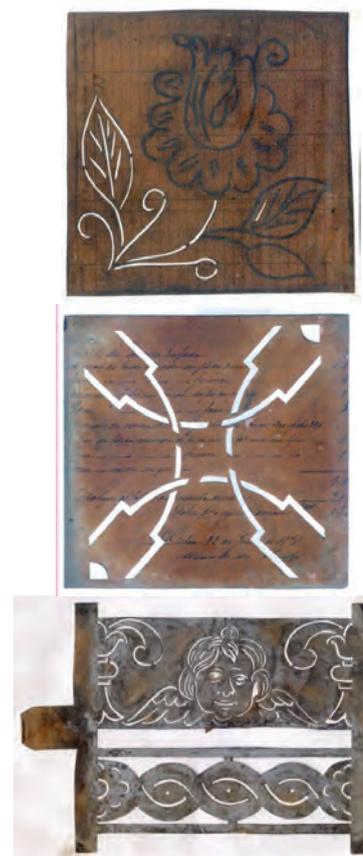


Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Estampas antigas

“(...) eram feitas à mão, hoje existem *plotters* de corte (...). (...) estampas que eram feitas a partir de documentos antigos que pertenciam à contabilidade e eles faziam uma reciclagem e aproveitavam esse papel e tornavam-o impermeável da seguinte maneira: juntavam esse papel todo e mergulhavam-no em óleo de linhaça com fezes de ouro (grãos amarelos que compravam na drogaria)”. (PM)

“(...) ficavam a secar cerca de 1 ano. Tipo estendal de roupa. (...) Aquilo ficava também semi-transparente, (...) por causa do óleo (...). E depois era cortado e (...) numa 2.^a fase revestido com cera líquida. Através de uma barra de cera, o ferro de engomar quente (...)”. (PM)



Fonte: Espólio de Paulo Matos (PM)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Pintura de estampilharia: pintoras decoradoras

“Cada uma punha uma estampa de uma cor e passava a outra (...)”. (JN)

“Vários alguidares e vários pincéis e faziam a estampilharia completa”. (JN)

“(...) era uma fábrica muito mais feminina. Porque havia na altura em que eu entrei (...) muitas encomendas dos azulejos de padrão, (...) na altura era um material muito usado.” (PM)

A secção de estampilharia estava sempre a trabalhar e era preciso muita gente.” (PM)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjFBbM4A>



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zklisKYTYJQ>



Pintura serigrafia

“Azulejo normal branco já cozido: faziam serigrafia em azulejo que já vinha vidrado. 1º cozedura, depois vai para a serigrafia, 2º cozimento.” (PM)

“A serigrafia era uma outra parte do azulejo de padrão. Tinha outro preço, mais barato e conseguiam-se fazer motivos diferentes pelo processo em causa.” (PM)

“Depois é passada com um ‘rodo’ que é um suporte de madeira que tem uma borracha rígida ao longo dessa pega que permite uma distribuição homogénea dos pigmentos sobre a tela. Geralmente era com óleos, aquilo era tudo preparado com óleos e espátula também entrava o pigmento em pó.” (PM)



Fonte: Revista do Diário de Notícias de 1986
(Espólio do Museu Nacional do Azulejo)

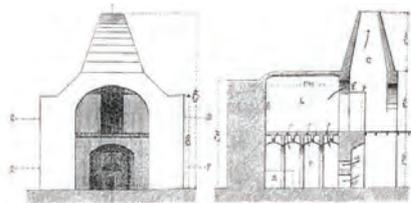
A cozedura

“O combustível do forno eram aparas de lenha (...).” (DFA)

“Julgo que eram dois ou três dias até chegar lá acima (a temperatura) (...), dia e noite 24 h (...) a atirar aparas o tempo todo. Ele (o forneiro) e outro alternavam (...).” (DFA)

“(...) quando já estava no ponto havia um escadote grande e um ferro muito comprido (...), tirava-se um tijolo da parede (...), com um gancho tirava-se uma meia cana pintada com todas as cores (...) e iam-se tirando até estar à vista perfeito (...), depois fechava-se (...) e começava a descer para aí o dobro do tempo (do aquecimento) (...). Era uma semana, semana e meia.” (DFA)

“Uma coisa que era de facto medieval (...) aquilo era insuportável era desumano.” (DFA)



Fonte: Fábrica Loíça
Coimbra, Lepierre (1899)



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfBbM4A>



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=zklisKTYjQ>

Notas finais

“Com o forno elétrico mudou tudo (...).” (DFA)

“E, por esse lado, também fugimos um pouco à pintura de azulejos antigos e fomos para pintura de paredes modernas, porque aí o choque não era tão grande.” (DFA)



Bibliografia

- Da Silva, J. Ferreira. Arte de louceiro: Tratado sobre o modo de fazer as peças de barro mais grossas. Lisboa: Impressão Régia, 1804.
- Domingues, Ana M. Portela. A Ornamentação cerâmica na arquitectura do romantismo em Portugal. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2009. (PhD Thesis).
- Lázaro, Alice; Leopoldo Battistini: Realidade e Utopia. Influência de Coimbra no percurso estético e artístico do pintor italiano em Portugal (1889-1936). Lisboa: Edição Vírgula, 2011.
- Menezes, Marlucci; Pereira, Sílvia. Memories of the production of azulejo at the Constância Ceramic Factory. ArtisOn, nº 6, 2018.
- Pereira, Sílvia; Menezes, Marlucci; Campagne, Kate van Lookeren. The importance of technological knowledge for the valorization of azulejo heritage, Conference proceedings: Intangibility Matters International Conference on the values of tangible heritage, May 27-29. Lisboa: LNEC, 2017.
- Piccolpasso, Cipriano. The three Books of the Potter's Art (1598), translation by R. Lightbown and A. C. Smith. Editions La Revenue de la Ceramique et du Verre, 2ª Edição, 2007.
- Xavier, António Velloso. Arte da louça vidrada (1805). Bibliolife, Milton Keynes, 2010.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Agradecimentos

- Ao Paulo Matos, ao Jorge Narciso e ao Dom Francisco de Almeida pelos memoráveis relatos e a divulgação do vídeo.



Fonte: Vídeo Fábrica Cerâmica Constância: <https://www.youtube.com/watch?v=5JhxjfBbM4A>

- Museu Nacional do Azulejo - MNAz
- E-RIHS.pt (European Research Infrastructure for Heritage Science).
- DB-Heritage (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial – FCT / PTDC / EPH-PAT / 4684/2014)
- FCT Post-Doc Grant (SFRH/BPD/116807/2016)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A cultura e as casas Caramelas a Sul do Tejo

Teresa Sampaio – Antropóloga, Museu de Palmela

sampayoteresa@gmail.com

resumo Pinhal Novo é uma freguesia do concelho de Palmela, cuja origem está alicerçada nos movimentos migratórios internos de Portugal do final do século XIX até meados do século XX. Esta história recente permite-nos, com alguma precisão, detalhar o seu percurso do ponto de vista da identidade coletiva, e até os protagonistas que foram, de forma consciente ou não, construindo os caboucos da sua atual morfologia cultural e social.

As casas de terra que povoam a paisagem rural envolvente são o testemunho desta dicotomia que se instalou em poucas décadas, entre um rural de memórias persistentemente construídas e o fluir urbano. Trata-se de construções de adobe, na sua maioria, hoje, em estado de ruína, que foram edificadas a partir da matéria que o local tinha disponível e que permitiram a fixação de dezenas de famílias no território. O Museu, com o apoio do arquiteto Tiago Farinha (enquanto Amigo do Museu), fez o levantamento destas construções, que extravasam os limites do concelho e povoam uma vasta área a sul do tejo.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**O APELATIVO CAMELO NO
PINHAL NOVO**
—
DOS CABOUCOS À FESTA

Teresa Sampaio
sampayoteresa@gmail.com

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

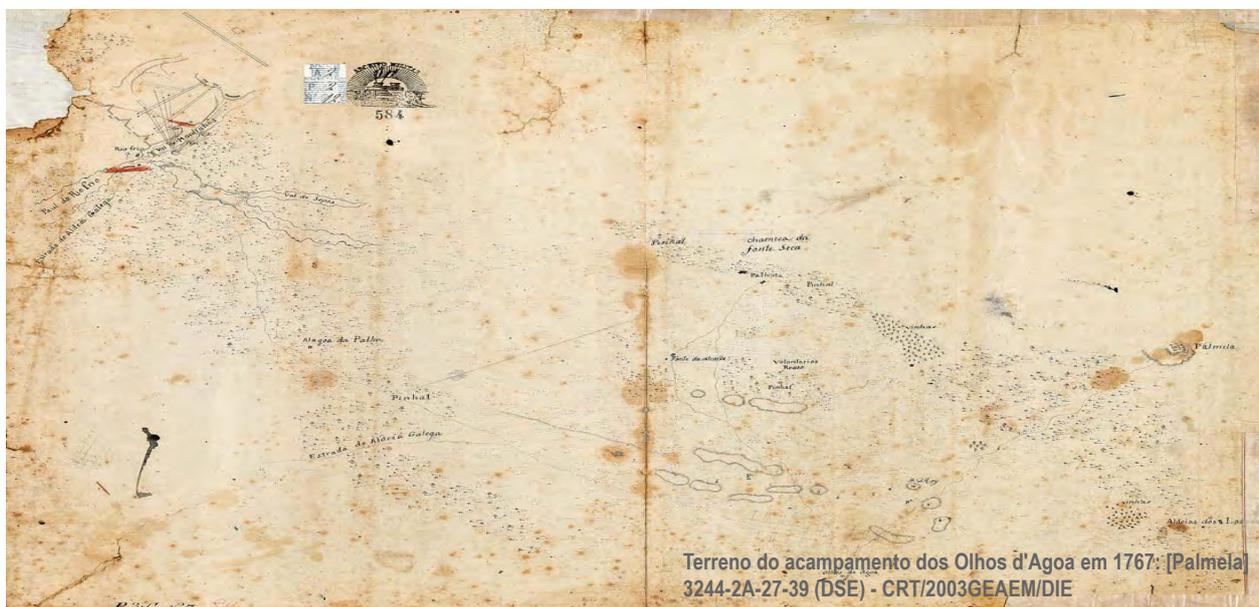
**MUSEU
MUNICIPAL
PALMELA**

Objetivos desta apresentação:

- . Abordar a arquitetura tradicional partindo do conhecimento do processo migratório interno para a zona do Pinhal Novo;
- . Descrever o processo de construção de uma «Casa Caramela»;
- . Contextualizar a reconfiguração do apelativo Caramelo na atualidade.

Caramelo

Apelativo de origem rural, alvo de uma transmutação de sentido e de valores que se constitui, hoje, como um elemento simbólico preponderante no contexto da atual urbanidade do Pinhal Novo.



Terreno do acampamento dos Olhos d'Agoa em 1767: [Palmela]
3244-2A-27-39 (DSE) - CRT/2003GEAEM/DIE



Rancho de trabalhadores da Herdade de Rio Frio, século XX
Foto: Luísa Cardoso. Autor desconhecido



Vindima. Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Lavra da terra. Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Descamisa do milho, Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Apanha da azeitona, Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



«Malta da caldeira aberta»
Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva

Vide filme: *Malta da Caldeira Aberta*



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Herdade de Rio Frio, princípio do século XX
Arquivo Municipal de Palmela. Foto: Giraldes da Silva



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

As casas Caramelas



Vide filme: Casa Caramela (construção)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

O apelativo Caramelo - hoje

. Pinhal Novo sentiu necessidade de se constituir a si próprio, enquanto território, e fê-lo, em parte, através do processo de inscrição do termo caramelo.

. O termo emergiu, gradualmente, como símbolo de uma memória e de uma identidade coletiva.



Créditos: @TeresaSampaio



Créditos: @mercadocaramelo

  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



Créditos: @mercadocaramelo

  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



Créditos: @mercadocaramelo



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: @mercadocaramelo



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



Créditos: @mercadocaramelo

  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.



Créditos: @mercadocaramelo

  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

Mercado Caramelo - Mercado à Moda Antiga
 18 de outubro · 🌐

Hoje de manhã a sopa caramela foi provada e aprovada pela Cristina Ferreira e pelo Cláudio Ramos!

#mercadocaramelo #pinhalnovo #sic #oprogramadacristina #sopacaramela #festivaldassopas

👍❤️👍 421

11 comentários 43 partilhas

Créditos: @mercadocaramelo

Memórias do Habitar - Cultura Caramela -



As Casas Caramelas são parte integrante do património cultural do concelho. Retraçam o percurso histórico da região e testemunham os hábitos, os saberes, a vida das pessoas que contribuíram para o seu desenvolvimento. O reconhecimento da sua importância e a urgente salvaguarda deste património é imprescindível para a compreensão da identidade cultural da região, numa luta contra o esquecimento de quem somos.



Câmara Municipal de Palmela
 Museu do Património Cultural / Museu Municipal





Quinta Pedagógica Casa Caramela
Fundação COI



Créditos: @paulonobre

O apelativo Caramelo - hoje

- . Fruto de narrativas e performances, o apelativo Caramelo foi tomando forma, expandiu-se e atingiu o clímax de elemento unificador dos habitantes do lugar;
- . Surgiu como figura de poder, de união, como principal bastião das identidades locais;
- . Canaliza a memória coletiva;
- . É recurso acessível a todos: velhos e novos elementos do grupo;
- . Tem um papel cristizador e vinculador no atual sistema simbólico que sustenta as narrativas e práticas culturais;
- . O apelativo Caramelo cria e difunde uma consciência coletiva do território, atuando e exibindo-se.

A terra e quem a trabalha

Paulina Faria – Engenheira Civil, FCT-UNL

paulina.faria@fct.unl.pt

resumo A terra foi utilizada desde há milénios como material de construção, por estar disponível e ser fácil de utilizar. Existem vestígios pré-históricos da sua utilização por exemplo como “barro de cabanas”. Ao longo do tempo, foi utilizada para diferentes aplicações e através de diferentes tecnologias construtivas na execução de: paredes monolíticas em taipa ou terra empilhada; de paredes de alvenaria de adobe ou outros tipos de blocos; argamassas no preenchimento de tabiques, pisos, coberturas e rebocos, e mesmo terra a granel para preenchimento de elementos vazados. Muitas das tecnologias construtivas estão geralmente associadas aos recursos da região, nomeadamente ao tipo de terra e água. Mas estão também associadas aos conhecimentos das populações de uma região, às suas viagens e migrações.

Verifica-se que, muitas vezes, as tecnologias construtivas estão efetivamente associadas a essas migrações. A introdução da taipa em Portugal é um exemplo dessa situação. Tratando-se de uma técnica já com muitos séculos de utilização no Norte de África, terá sido trazida para Portugal durante o período de ocupação muçulmana, tendo sido aí empregue na construção de estruturas defensivas e posteriormente no mesmo tipo de construções em diferentes regiões do mundo durante a época dos Descobrimentos. Outro exemplo, mais recente (século XX), é a utilização de alvenaria de adobe para a construção de habitação e apoios agrícolas pelas famílias que migraram do Centro/Norte de Portugal, onde era corrente a utilização desta tipologia construtiva, para a região de Palmela. No entanto, as técnicas eram adaptadas de acordo com as necessidades (a que atualmente designaríamos requisitos) e as disponibilidades (os recursos) de forma a otimizar-se a eficiência. Antigamente, a disseminação da técnica fazia-se apenas por quem trabalhava a terra ou quem dela necessitava; na atualidade verifica-se que até ocorre ao nível dos projetistas de arquitetura. Verifica-se também que, por exemplo em Portugal, nas últimas décadas o interesse por construções com terra tem crescido com a emigração de países do Norte da Europa.

Assim, apresenta-se uma síntese das tecnologias construtivas com terra mais correntes em Portugal e procura-se associar essas tecnologias aos recursos regionais e às migrações, nacionais e internacionais que, desde há muitos séculos e até à atualidade, têm ocorrido em Portugal e a partir deste país.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

A TERRA E QUEM A TRABALHA

Paulina Faria
paulina.faria@fct.unl.pt
Eng. Civil, FCT NOVA

E restante equipa:
José Lima, Patrícia Bruno, Tânia Santos,
João Parracha, Adriana Silva, Ricardo Gomes

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

FCT FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Civil

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Sumário

A terra como material de construção

A construção com terra e os homens que a trabalharam

- O Homem pré-histórico
- O Homem no período Romano
- O Homem no período muçulmano
- O Homem medieval
- O Homem vernáculo

Considerações finais

A terra como material de construção

A terra é um compósito natural de partículas minerais com diferentes granulometrias e diferentes teores de cada tipo

Das partículas mais finas para as mais grossas, é constituído por:

- Argilas
- Siltes
- Areias
- Cascalho/gravilha
- Partículas de pedra de maiores dimensões

Os três últimos são considerados agregados

As argilas são o constituinte da terra que tem capacidade aglutinante/ligante. Existem argilas de diferentes tipos e características: por exemplo as montmoriloníticas são muito expansivas

A terra como material de construção

Desde há milénios o Homem amassou a terra com bastante água, produzindo uma argamassa plástica, e deixou-a secar

Essa argamassa foi sendo aplicada em:

- revestimentos
- empilhada para constituir paredes monolíticas
- moldada para produzir adobes (blocos de terra) para a construção de alvenarias

Estas terras geralmente não tinham agregados de grandes dimensões (estes eram removidos)

A argamassa de terra passa do estado plástico a sólido apenas por secagem e, a menos que à terra seja adicionado outro produto (que a estabilize, tal como cal aérea), esse sólido fica bastante vulnerável à água

A terra como material de construção

Em alternativa, a terra podia ser apenas humedecida e compactada dentro de cofragens (taipais) para se produzir paredes de taipa

Neste caso mesmo os agregados de grandes dimensões não tinham de ser removidos

Desta forma obtinha-se geralmente maior resistência mecânica comparativamente às aplicações anteriores devido à compactação

A durabilidade face à água também era maior, devido também ao efeito dos agregados de maior dimensão que podiam encontrar-se à superfície

Grande disponibilidade de terra praticamente em todo o lado
Facilidade em a tornar trabalhável



Adequação a construção mesmo em sociedades simples

A construção com terra e o Homem pré-histórico

No Sul de Portugal há vestígios de utilização da terra na construção doméstica desde o início do Neolítico antigo (6000 a.C.)

Daí e até final da Idade do Cobre (Calcolítico - 3000 a.C.) encontraram-se (Bruno, 2007):

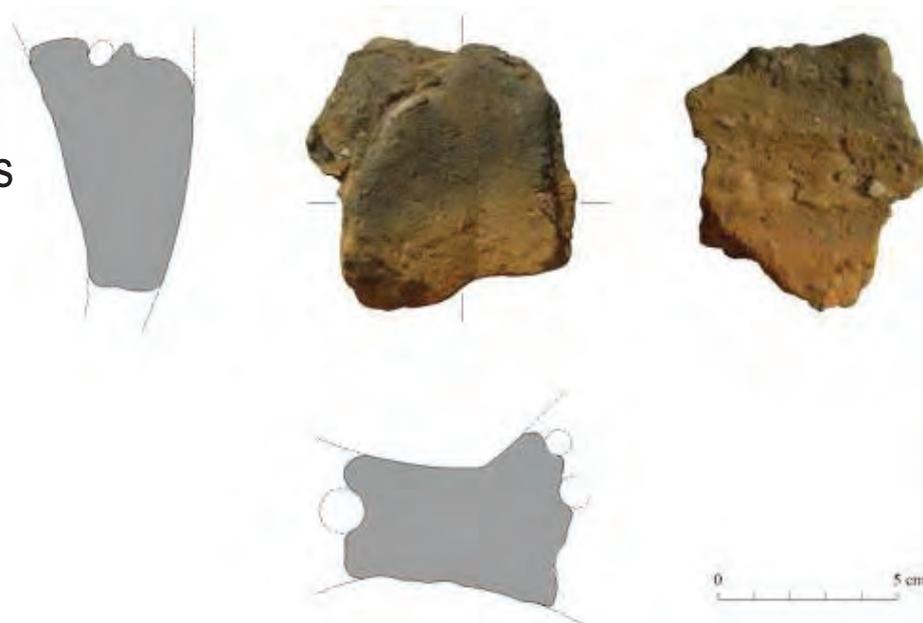
- adobes
- terra modelada ou empilhada
- terra no preenchimento de estruturas vegetais (“barro de cabanas”)
- terra no revestimento de estruturas de pedra
- terra em argamassas de assentamento de alvenarias de pedra

Estes vestígios só se preservaram por terem sido sujeitos a fogo/incêndio, que transformou a terra em “cerâmica”

(Bruno, P. 2007. Arquitectura de terra na pré-história – Vestígios de estruturas habitacionais, do VI ao II milénio a.C. no Sul de Portugal. Terra em Seminário 2007, Argumentum, 149-152)

A construção com terra e o Homem pré-histórico

Em cabanas feitas de troncos utilizavam-se argamassas de terra para a colmatação dos espaços entre os troncos



Vestígios de “barro de cabanas” com negativos de troncos ou canas (Bruno et al., 2010)

(Bruno et al. 2010. Earth mortars from on pre-historic habitat settlements in south Portugal. J. Iberian Archaeology 13, 51-67)

A construção com terra e o Homem pré-histórico

Existiam silos para guardar alimentos ou fornos para os cozinhar com revestimentos de argamassa de terra

Existiam paredes de terra modelada



Fossa com revestimento de argamassa de terra (Bruno et al., 2010)

A construção com terra e o Homem pré-histórico

Existiam:

- Alvenarias de pedra assentes com argamassas de terra

- Alvenarias de adobe

- Possível utilização de argamassa de terra, empilhada para constituir paredes (antepassado da taipa?)



Adobe calcolítico (Bruno et al., 2010)

A construção com terra e o Homem no período Romano

Período Romano

Em alguns sítios no Baixo Alentejo surgiram estruturas de adobe

Mas há poucas evidências de construções com terra...

Não quer dizer que não tivessem construído muito mais mas os elementos construídos com terra (principalmente não estabilizada) podem ter-se dissimulado nos aterros e não ter sido reconhecidos aquando das escavações

...relembrar que só quando sofre acção do fogo é que a terra como material torna-se “cerâmica” e fica mais reconhecível

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Período de domínio muçulmano divide-se em (Bruno, 2005):

- **Fase 1 (711-828)**, de conquista e ocupação

Reforço e reaproveitamento de estruturas de alvenaria de pedra existentes

- **Fase 2 (828-929)**, de domínio califal

Primeiras fortificações de taipa no séc. X – p.e.:

Muralha Norte do castelo de Juromenha

- **Fase 3 (929-1086)**, durante o qual surgiram os primeiros reinos de taifas

Portas em cotovelo, que vieram dificultar o acesso ao interior

- **Fase 4 (1086-1250)**, de domínios Almorávida e Almóada

Torres albarrãs, desligadas das muralhas e unidas por passadiços superiores

Taipa utilizada de forma sistemática na construção de fortificações no Sul da Península Ibérica

(Bruno P. 2005. Taipa militar em Portugal - Fortificações do período de domínio muçulmano. Arquitectura de Terra em Portugal, Argumentum, 39-44)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Domínio Almóada → torres com formas mais elaboradas, p.e. octogonais

Exemplos:

Fortificações de Alcácer do Sal e Silves → reconstruídas em taipa militar

Castelo de Paderne → edificado de raiz em taipa militar

Particularidade da taipa militar

- terra com adição de cal aérea (e eventuais materiais cerâmicos) para maior durabilidade

- utilização do duplo côvado como medida padrão

Castelos de	Espessura muralha (m)	Altura taipal (m)	Comprimento taipal (m)
Álcacer do Sal, Juromenha, Moura, Paderne, Silves	1,6-2,2	0,8-0,9	1,7-2,6

(Bruno, 2005)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Castelo de Paderne

<http://webapp.algarvefantastic.com/en>



(Parracha et al. 2019a. Mineralogical and microstructural characterisation of rammed earth and earthen mortars from 12th century Paderne Castle. Journal of Cultural Heritage, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.07.021>)



- Compilação de dados relativos a intervenções de conservação realizadas nos séc. XX e XXI (informação muito limitada ou incompleta)
- Descrição do resultado de algumas dessas intervenções, algumas consideradas actualmente inadequadas → evolução do conhecimento técnico
- Caracterização de amostras obtidas em intervenções recentes



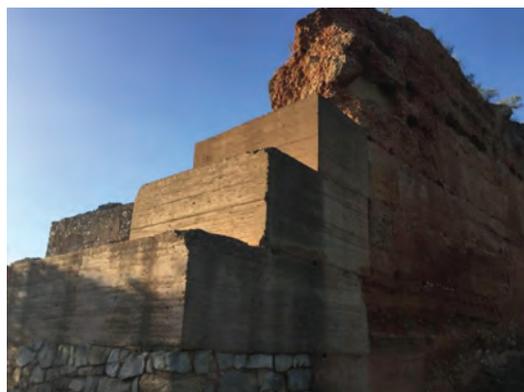
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

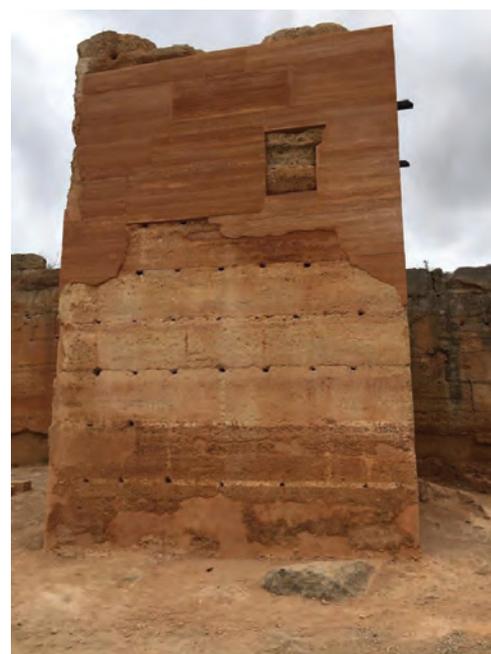
Castelo de Paderne

Mais informação relativa a:

Intervenção na torre em 2017/18



Intervenções na muralha de 2004/05 (estado em 2018)



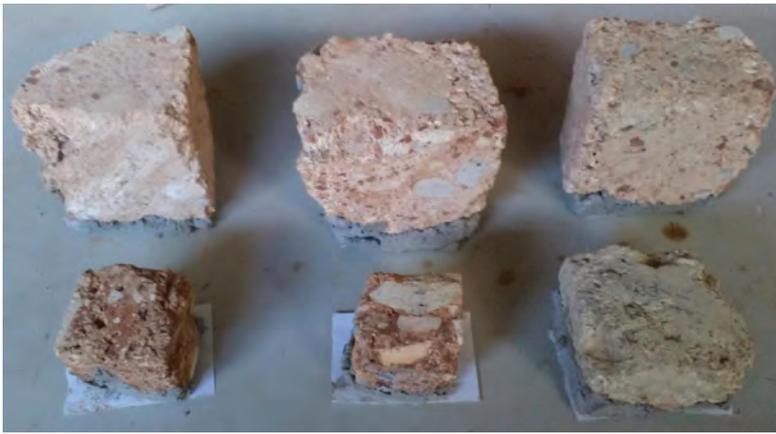
(Cotrim et al. 2018. Conservação das muralhas de taipa militar do castelo de Paderne – uma história de intervenções. Construção 2018 FEUP, Porto, 1480-1489)

(Cotrim Coradinho, M. 2018. Castelo de Paderne – caracterização histórica e material. Dissertação de Mestrado, FCT NOVA)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem no período muçulmano



(Cotrim Coradinho 2018)



Castelo de Paderne
Exemplos de ensaios físicos realizados a amostras da torre, muralha e capela



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

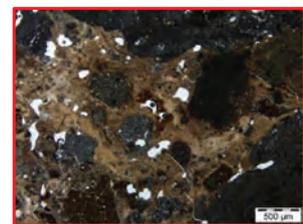
A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Castelo de Paderne

(Parracha et al. 2019a)



Amostra da taipa da torre
Albarrã com elevado teor de cal



- Confirmou-se ser taipa militar, com traço em volume mais frequente de cal+argila:agregado de 1:1.5
- A presença de nódulos de cal indicou que a cal pode ter sido adicionada à terra húmida na forma de óxido de cal e extinta/hidratada pelo método da “cal a quente”
- Nenhuma das amostras apresentou vestígios de resíduos cerâmicos
- Há bastante heterogeneidade entre amostras, pelo que, pela necessidade de construção rápida, a taipa militar pode ter recorrido a terra de mais que um local próximo e a cal de mais que um forno



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Castelo de Paderne

Em 2018 utilizaram-se misturas de terra e cal para a reconstituição de taipa destruída em cunhais e no topo da torre, e criou-se drenagem superficial nesse topo, para garantir a preservação da estrutura



- Em ensaios preliminares, o material apresentou bom comportamento face à água, mesmo sem hidrófugos

A construção com terra e o Homem no período muçulmano

Castelos de Paderne, Moura, Silves



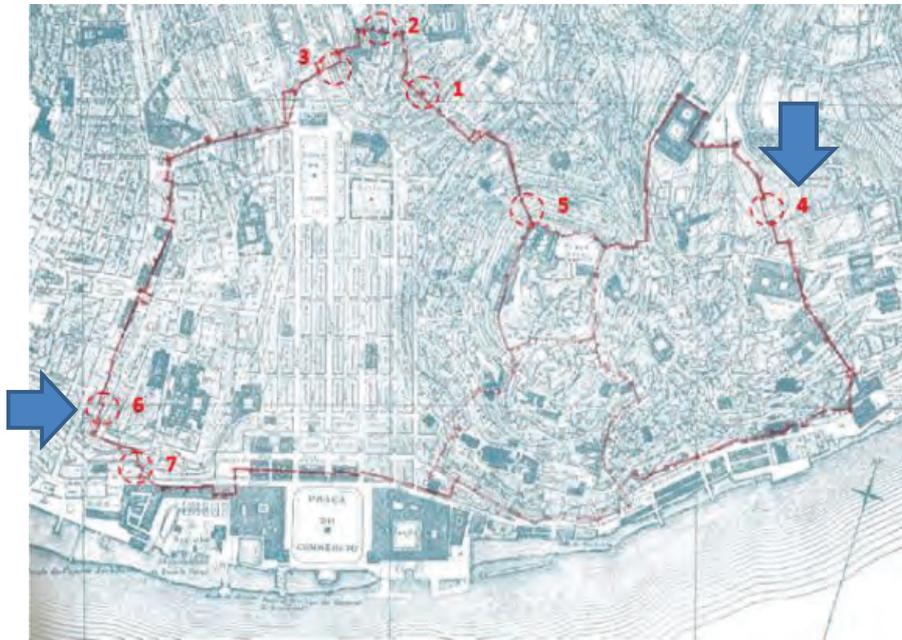
A taipa militar destas estruturas defensivas era revestida, fingindo serem construídas com grandes silhares de pedra aparelhada, para iludir os “inimigos”



A construção com terra e o Homem medieval

O Homem continuou a recorrer ao uso da taipa militar para estruturas defensivas mesmo quando estavam disponíveis outros materiais

Por exemplo a Muralha Fernandina de Lisboa apresenta troços em taipa militar e outros em alvenarias de pedra



(Adaptado de: Vieira da Silva, A. 1987. A Cerca Fernandina de Lisboa, Vol. I e II, 2ª. Ed. Publicações Culturais da C.M. de Lisboa)

4 – Escola Gil Vicente, na Graça

6 – Terraços de Bragança, no Cais do Sodré

(Gomes, L. 2019. Caracterização material da Cerca Fernandina de Lisboa. Dissertação de Mestrado, FCT NOVA)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem medieval

Muralha Fernandina de Lisboa

(Vieira da Silva, A. 1987. A Cerca Fernandina de Lisboa, Vol. I e II, 2ª. Ed. Publicações Culturais da C.M. de Lisboa)

A muralha foi construída porque a antiga Cerca Moura já não cumpria a sua função defensiva; a cidade já tinha crescido muito para além dela...

Para além da muralha propriamente dita, incluía ainda torres, cubelos (torres menores), entradas e postigos (entradas menores)

As partes da muralha tinham em média 8 m de altura, com uma espessura de 1,75-2,00 m

Envolveria uma área de 101 hectares da cidade de Lisboa

Estima-se que tivesse sido construída com um total de 86000 m³ de alvenaria e num período curto: construída entre 1373-1375 ou 1378

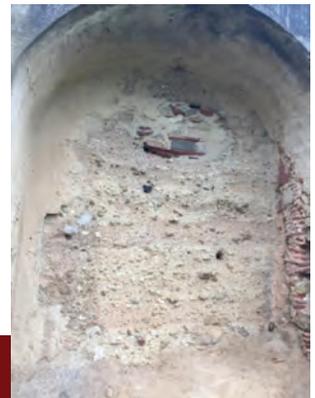
Para a construção de tanto volume de alvenaria, foram necessárias várias equipas, muito provavelmente a trabalhar em várias frentes e com diferentes especialidades: taipa ou alvenaria de pedra, aparelhada ou irregular argamassada



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

A construção com terra e o Homem medieval

Escola Gil Vicente



  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

A construção com terra e o Homem medieval

Escola Gil Vicente



  Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação.

A construção com terra e o Homem medieval

Terraços de Bragança



A construção com terra e o Homem medieval

Escola Gil Vicente e Terraços de Bragança



Também nestes casos a existência de elevada quantidade de grânulos de cal confirma a tecnologia da taipa ser militar e, muito provavelmente, a terra ter sido estabilizada a húmido com a cal viva



Todos estes casos de estudo têm vindo a ser incluídos na base de dados do projecto DB-Heritage !

A construção com terra e o Homem vernáculo

Mas a construção com terra não foi usada desde há milénios apenas para estruturas defensivas – também para **construção vernácula**

E o Homem não usou apenas a tecnologia construtiva da taipa

A **alvenaria de adobe**, as **argamassas de terra para assentamento de alvenarias de pedra**, para **preenchimento de tabiques**, para **rebocos de terra** (geralmente caiados) foram também muito utilizadas

Desde o período pré-histórico, com evoluções, foi **usada até meados do séc. XX**, um pouco **por todo o país**



A construção com terra e o Homem vernáculo

Na base de dados do projecto estão a ser também incluídos casos de estudo de:

- **Aveiro** → construções com alvenaria de adobe vernácula mas também Arte Nova – Muitas publicações da Equipa DB-Heritage da U. Aveiro

- **Leiria** → construções com alvenaria de adobe, com taipa e mistas

Parracha et al. 2019b. Vernacular Earthen Buildings from Leiria, Portugal: Material characterization. Int. J. Architectural Heritage, <https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1668986>

Ferreira M. 2017. Caracterização da construção com terra da região de Leiria. Contributo para a sua conservação e reabilitação. Dissertação de Mestrado, FCT NOVA

- **Setúbal** → casas Caramelas do concelho de Palmela

Sampaio et al. 2017. The Caramela dwelling – the immateriality of the matter. IMaTTe 2017, LNEC, 345-354. <https://run.unl.pt/handle/10362/24014>

Oliveira I. 2017. Caracterização das casa caramelas do concelho de Palmela. Contributo para a sua conservação. Dissertação de Mestrado, FCT NOVA



A construção com terra e o Homem vernáculo

Casas de taipa em Leiria



(Parracha et al. 2019b)

Mas muito perto existem também casas em alvenaria de adobe

O que justificava a escolha da técnica ?

Muito provavelmente a preferência, especialização, influência de quem trabalhava a terra

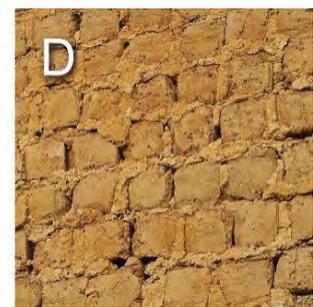
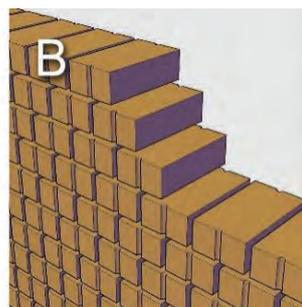
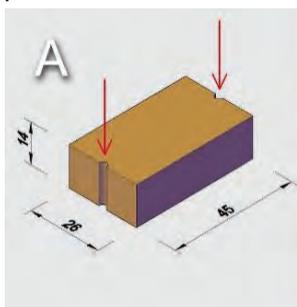
A construção com terra e o Homem vernáculo

Casas de adobe em Leiria

(Ferreira et al. 2017. Edifícios de adobe e taipa na região de Leiria, Portugal. Levantamento material e documental com vista à sua conservação e reabilitação. CREPAT, Univ. Aveiro, 31-40)



Alvenaria a 1 vez (maior dimensão do adobe); adobe com entalhe na 2ª dimensão, provavelmente para facilitar aderência do reboco



(Figuras: José Lima)

A construção com terra e o Homem vernáculo

Casas Caramelas



Paredes realizadas à $\frac{1}{2}$ vez
(largura do tijolo)

(Créditos figuras: Inês Oliveira)

(Oliveira et al. 2017. A casa Caramela -
Construção em alvenaria de adobe da
região de Palmela. CREPAT 2017, Univ.
Aveiro, 149-157)



Migrações, colonizações, transferência de tecnologia
construtiva entre regiões, adaptações do material ao clima, ...



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

A construção com terra e o Homem vernáculo

Na base de dados do projecto estão a ser também incluídos casos de estudo de:

- **Alentejo** → construções com taipa e paredes interiores de alvenaria de adobe, mas também construções em alvenaria de adobe

Levantamento bibliográfico complementado no âmbito do projecto

- **Algarve** → construções em taipa e adobe

Lima J. - Tese de Doutoramento em finalização

O Homem vernáculo procurava **proteger**, para aumentar a durabilidade, e **esconder**, para não mostrar ter usado o material mais barato e disponível, os elementos construtivos com terra

A escolha da terra para a construção era efectivamente por possibilitar uma **construção simples**, muitas vezes realizada em autoconstrução e construção evolutiva, e **económica**



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Considerações finais

Ao contrário de antigamente, o Homem contemporâneo quando quer usar terra na construção é essencialmente por razões de ecologia (e moda)

Por isso pretende deixar alguns elementos construtivos à vista

Por outro lado, devido a variados aspectos, nomeadamente restrições à autoconstrução e, em paralelo, ao interesse de numerosos arquitectos, a construção com terra actualmente constitui um nicho de mercado bastante requisitado, as empresas especializadas têm imensa procura e os preços solicitados são bastante elevados

...tudo bastante diferente que nas construções históricas!



Considerações finais

Embora a terra não seja renovável, uma das grandes vantagens da construção com terra para o Homem que a trabalha continua a ser a facilidade em reutilizar ou em reciclar o material



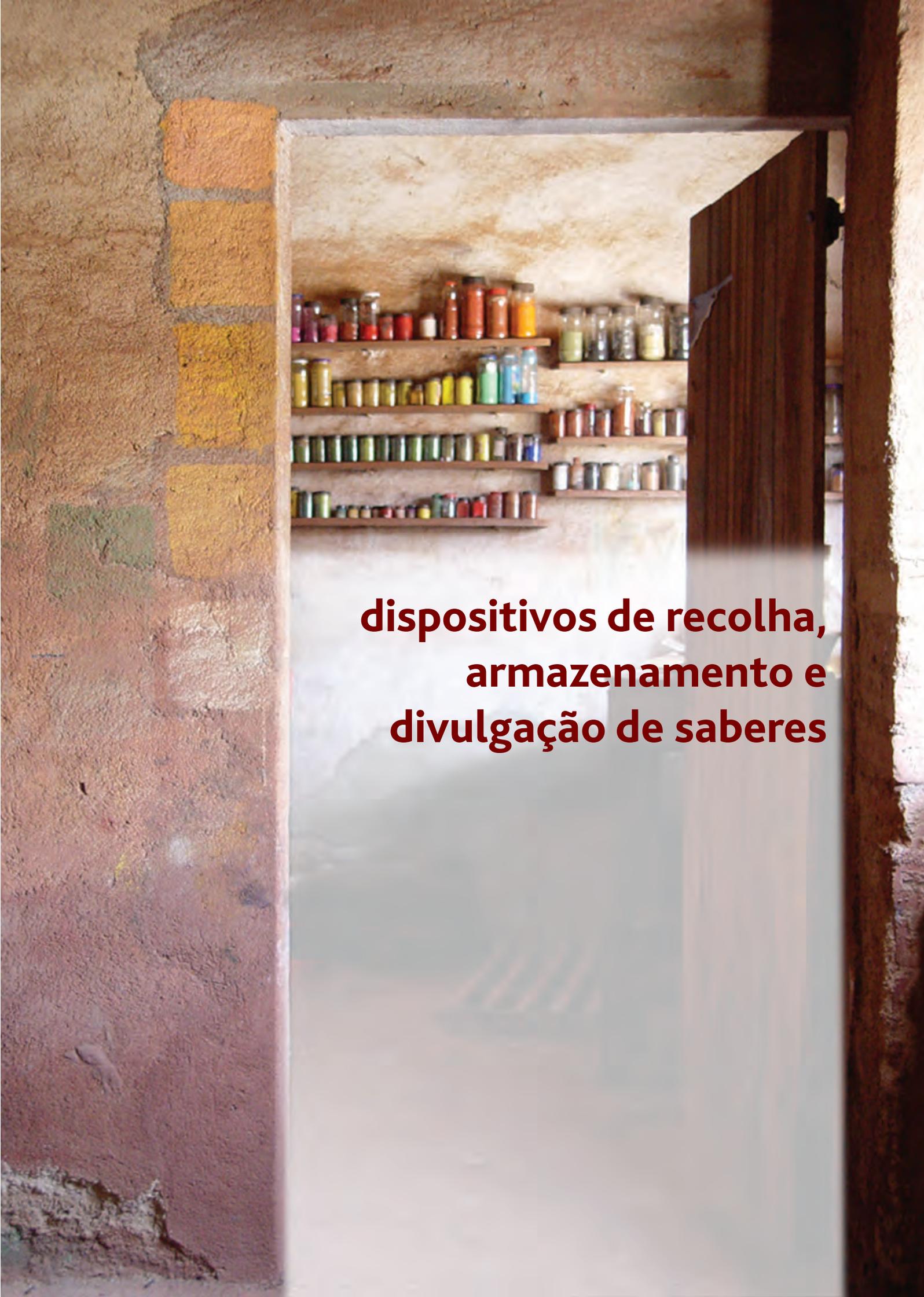
A terra e quem a trabalha

Os autores agradecem o apoio da FCT ao
projecto PTDC/EPH-PAT/4684/2014:
DB-HERITAGE - Base de dados de materiais de
construção com interesse histórico e patrimonial

As figuras não referenciadas
são da autoria de Paulina Faria



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



**dispositivos de recolha,
armazenamento e
divulgação de saberes**



Coleta, registo e arquivo do saber-fazer tradicional: conquistas e desafios

Marluci Menezes – Antropóloga, LNEC

marluci@lneec.pt

resumo A conservação dos materiais históricos é um dos aspetos a relevar no âmbito da preservação da herança cultural com a consequente valorização dos locais em que se inserem. O que ressalta a importância do estudo das questões relacionadas com o saber-fazer técnico tradicional, considerando a importância da sua salvaguarda como património imaterial (cf. Convenção para a Salvaguarda do Património Cultural Imaterial, UNESCO, 2003). Paralelamente, estas questões são intrinsecamente importantes para a conservação do ambiente construído. Assim, o levantamento, sistematização, registo e divulgação do conhecimento técnico tradicional é também fundamental para o campo da conservação e restauro dos materiais históricos. Todavia, muito deste conhecimento técnico ainda está por revelar de forma sistemática e científica, bem como no domínio da ciência artesã é sabido que a mesma está, em vários sítios do País, em desaparecimento. Ciente de que o levantamento, registo, sistematização e análise dessa informação são fulcrais para a conservação do património, é consequente o facto de que a era digital em que nos encontramos, fornece-nos novas oportunidades para valorizar este saber. Neste sentido, as plataformas digitais se constituem como uma potencial ferramenta de incremento deste processo de coleta, registo, armazenamento e divulgação de informação. Mas, considerando o crescente reconhecimento da importância do saber-técnico tradicional para a salvaguarda do património, alguns desafios se colocam no âmbito da coleta, registo, arquivo e divulgação deste conhecimento. Por exemplo, a obtenção do conhecimento técnico tradicional é o resultado de uma experiência ao longo do tempo e por pessoas específicas, todavia, como encontrar um equilíbrio entre o arquivo e a divulgação deste conhecimento e o respeito pelo direito autoral sobre este mesmo conhecimento, entretanto, garante de sobrevivência de muitos artesãos? Como respeitar a intrínseca capacidade de mudança e adaptação da tradição com o importante e fundamental ato de coletar, registar e divulgar esta informação para aprimorar o campo da conservação e restauro do património cultural? Por outro lado, sendo as bases de dados digitais ferramentas de divulgação global do conhecimento associado ao património cultural imaterial, nomeadamente no que concerne ao saber-técnico tradicional, coloca-se o desafio sobre como respeitar as particularidades locais e regionais (por exemplo: as especificidades linguísticas). Porquanto, tendo presente o projeto DB-HERITAGE, visa-se discutir alguns dos avanços e desafios que se colocam no âmbito do registo e divulgação da informação relacionada com os saberes e fazeres técnicos tradicionais.



DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**COLETA, REGISTO E ARQUIVO
DO SABER-FAZER TRADICIONAL:
CONQUISTAS E DESAFIOS**

Marluci Menezes
LNEC
marluci@lnec.pt

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DB-HERITAGE

Tema de discussão

Significado histórico e sociológico dos materiais e técnicas tradicionais de construção



- Recolha e sistematização de dados documentais e históricos sobre fontes tradicionais de materiais e técnicas de construção.
- Entrevistas com artesãos e consultas com populações locais para a coleta oral de conhecimento.



DB-HERITAGE

Tema de discussão

Significado histórico e sociológico dos materiais e técnicas tradicionais de construção

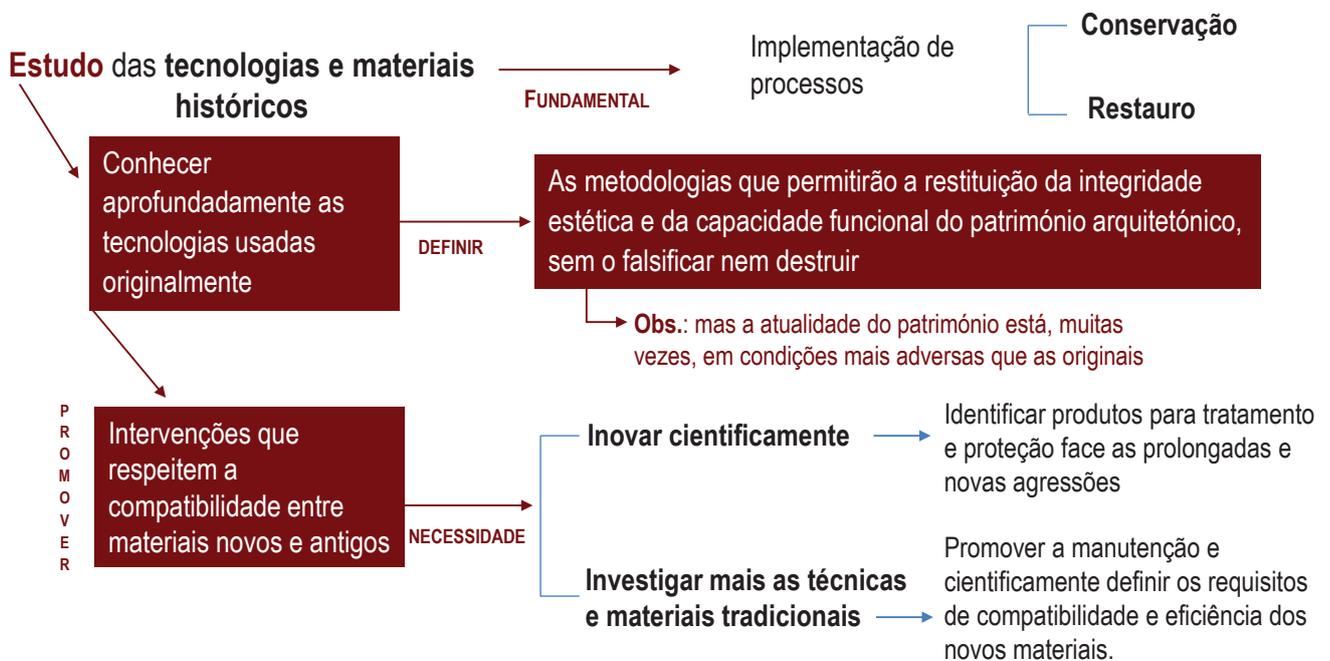
Resultados esperados

- Produzir informação sistematizada sobre materiais e técnicas construtivas tradicionais;
- Inserção de informação em banco de dados digital.

Contribuir para a criação e dinamização de um instrumento de referência para o trabalho de apoio à conservação do património (tangível e intangível – enquanto saberes técnicos tradicionais) com a implementação de uma base de dados híbrida – tangível e digital.



■ Pressupostos



Considerar, todavia, que os conhecimentos tradicional e científico produzem-se em campos distintos (Duran, 2011; Menezes, 2018).



Desmistificando as diferenças entre saberes técnicos artesanal, científico e industrial

- O **saber-fazer artesanal** não pode ser descrito a partir de uma prescrição normativa, como se tratando de uma receita e/ou de uma verdade, pois verificam-se variações nos modos de ação por parte do trabalhador/artesão, dificultando um registo histórico normativo dos procedimentos técnicos adotados.
- Neste tipo de saber, as condições sociais afetam todo o **processo de produção e reprodução do conhecimento**.
- O que permite assinalar o interesse em falar-se no estudo das **práticas técnicas**.

(Menezes et al., 2012; Menezes e Veiga, 2016)



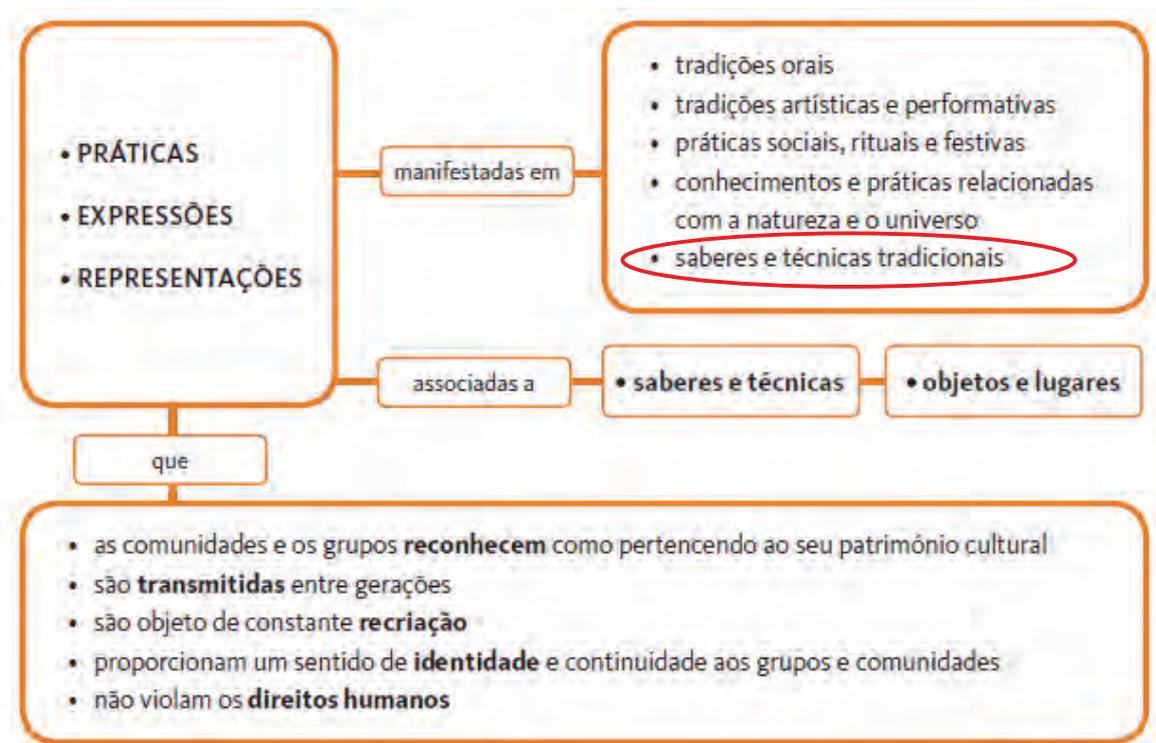
- A conservação dos materiais históricos é relevante para a preservação da herança cultural com a conseqüente valorização dos locais em que se inserem.

- Estas questões são intrinsecamente importantes para a conservação do ambiente construído com valor cultural.

- Aqui a importância do estudo das questões ligadas ao saber-fazer técnico tradicional, considerando o interesse da sua salvaguarda como património imaterial. (cf. Convenção para a Salvaguarda do Património Cultural Imaterial, UNESCO, 2003).

- Fundamental: o levantamento, sistematização, registo e divulgação do conhecimento técnico tradicional para o campo da conservação e restauro da matéria de património.

Esquema síntese do entendimento do património imaterial



(in KIT de Recolha de Património Imaterial, 2011: 6)

■ Mas, o que se entende por saber-fazer técnico?

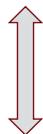
“(…) o conjunto de conhecimentos e saberes humanos consciente ou inconsciente, que permitem a implementação de uma técnica.

O saber-fazer pode ser gestual e intelectual, coletivo e individual, dependendo ainda das relações entre os homens e as relações entre as leis da matéria.”

(Chamoux, 2010)

■ Saber técnico-tradicional: desafios de salvaguarda

Perda de conhecimento



Perda de matéria de património



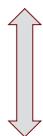
- Perda do conhecimento.
- Falta de artifices qualificados.
- Envelhecimento dos artesãos.
- Dificuldade de reprodução do conhecimento e reprodução das técnicas construtivas.
- Falta de registo das técnicas preexistentes.
- Desconhecimento da composição dos materiais e das técnicas envolvidas.
- Reparações por meio da extração de materiais históricos.
- Utilização extensiva de materiais e não compatíveis com a construção histórica.



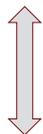
Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

■ O saber-fazer técnico tradicional e a conservação do património tangível

Saber-fazer técnico tradicional
Património intangível



Fonte de conhecimento



Apoio ao estudo e práticas de
intervenção de restauro e
conservação do património
tangível

O recurso às técnicas originais e aos materiais compatíveis, coloca a necessidade de conhecer, registar, divulgar e sensibilizar sobre:

- Artesãos
- Materiais e Técnicas
- Instrumentos e estratégias de uso, aplicação e manutenção

Nota de interesse:

- A revalorização do saber técnico-tradicional no âmbito da preservação do património edificado se tem dado a par de uma preocupação ecológico-ambiental.

(Whyte, 2013; Menezes, 2018)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

■ O saber-fazer técnico tradicional como fonte de conhecimento

No resgate do saber-fazer tradicional através do testemunho oral, é fundamental relacionar os seguintes aspetos:



Nota de interesse:

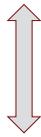
- Realização de longas entrevistas, a serem registadas, gravadas, transcritas e editadas em texto (importância do guião).
- Coleta de imagens e audiovisuais, e de outra documentação de apoio.
- Autorização dos entrevistados para registo, edição e divulgação da informação coletada.
- Envolvimento do artesão/artesã entrevistado e das comunidades patrimoniais locais nos processos de coleta, comunicação e disseminação de informação.

Aspetos gerais da inventariação de informação sobre o saber-fazer técnico tradicional

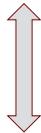
Tipo de dados	[alguma] Especificidade da informação a recolher
<ul style="list-style-type: none"> • Nome ofício e local de realização • Identificar os praticantes do ofício • Descrição dos contextos em que a técnica é aplicada • Descrição das etapas técnicas do ofício • Descrição dos modos de aprendizagem e transmissão do ofício • Recolha de material iconográfico • Identificar os riscos de transmissão do ofício 	<ul style="list-style-type: none"> • Designar ofício e identificar local de prática • Identificar e caracterizar os praticantes do ofício: idade, sexo, escolaridade, especialidade técnica • Designar e caracterizar os contextos, edifícios e objetos relacionados com a recolha/aquisição do material e a execução do ofício • Descrever as etapas e objetivos de realização do ofício, através de recolha minuciosa dos materiais utilizados, ferramentas, modo de aplicação • Descrever os modos de aprendizagem do ofício e de transmissão • Compilar imagens que identifiquem praticantes e o local de realização do ofício, etapas e ferramentas utilizadas • Identificar riscos relacionados com a continuidade do ofício; repercussão social do mesmo na atualidade

■ O saber-fazer técnico tradicional e a conservação do património tangível

Saber-fazer técnico tradicional
Património intangível



Fonte de conhecimento



Apoio ao estudo e práticas de
intervenção de restauro e
conservação do património
tangível

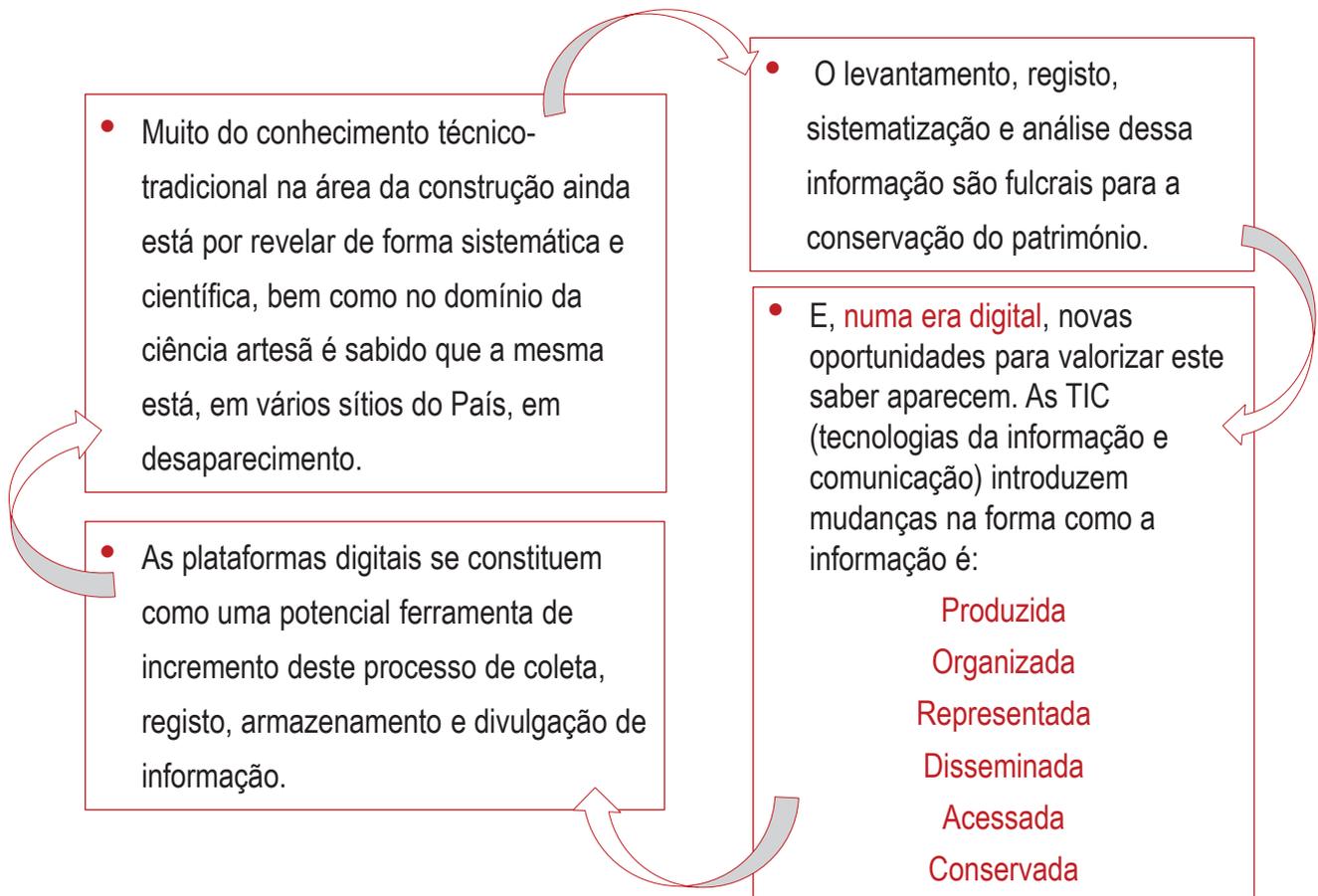
A coleta, registo e análise do saber técnico tradicional colabora para:

- Proteção e conservação do edifício e a sua maior durabilidade.
- Registo de culturas arquitetónicas.
- Sustentabilidade económica e ecológica.
- Incremento do interesse na especialização técnica, promoção e emprego de materiais e mão-de-obra locais.
- Valorização do conhecimento tradicional no âmbito da conservação do património, de modo a repercutir na comunidade patrimonial (cientistas, técnicos, populações, empresários e comerciantes, políticos, utilizadores do património ...).

“Quando um ancião morre, uma biblioteca queima”
(provérbio africano)



E quando desaparece um artesão?



[alguns] DESAFIOS

Olhados a partir de uma plataforma digital de dados relacionados com património tangível e intangível

Dos dados científicos associados aos materiais históricos



Ao registo do saber técnico tradicional

- No que respeita ao saber técnico tradicional, é de interesse o registo de depoimentos completos e organizados por temas, e a disponibilização de fotos e documentos audiovisuais.
- Mas, como cruzar informação de cariz distinto?



[alguns] DESAFIOS

Olhados a partir dos saberes técnicos-tradicionais

Do potencial de
divulgação globalAo cuidado com as especificidades locais e
regionais de manifestação oral dos saberes

- Sendo as plataformas digitais um contributo para a divulgação global do conhecimento associado ao património cultural, importa respeitar as particularidades locais e regionais (por exemplo: especificidades linguísticas são fundamentais para a criação e salvaguarda do património cultural).
- Observando ainda que o registo e divulgação destas «especificidades» são garantidores da promoção da auto-estima pessoal e local.
- Mas, como lidar com o problema da «tradução» e que se coloca de um ponto de vista linguístico, mas também disciplinar?

**[alguns] DESAFIOS**

Olhados a partir do património imaterial associado aos saberes técnicos-tradicionais

Do potencial efeito
de divulgação do
conhecimentoAo cuidado com a ter com
as especificidades do
conhecimento retido pela
memória socio-técnica

- O levantamento, sistematização, registo e divulgação do conhecimento técnico tradicional é, cada vez mais, fundamental para o campo da conservação e restauro dos materiais históricos.
- Mas, sendo a obtenção deste conhecimento técnico-tradicional o resultado da experiência ao longo do tempo e realizado por pessoas específicas, como encontrar um equilíbrio entre a divulgação deste conhecimento e o respeito pelo direito autoral, entretanto, garante de sobrevivência de muitos artesãos?



[alguns] **DESAFIOS**

Olhados a partir do património imaterial associado aos saberes técnicos-tradicionais

Da errônea ideia de que o conhecimento tradicional não muda



Ao congelamento de um dado saber a partir do seu registo e divulgação

- O senso comum do que é «tradição» e que, curiosamente também faz parte do senso de muitos cientistas, parte da ideia de que o que é tradicional é antigo e respeita a um dado passado, como se este saber fosse imutável.
- Este é um princípio que contraria a tradição, já que a mesma, é continuamente (re)inventada (ainda que num tempo mais «lento») e, como tal, mantida em conjunto com a experiência e as dinâmicas sociais, ambientais e tecnológicas.
- Assim, como respeitar esta intrínseca capacidade de **mudança e adaptação** da tradição com o importante e fundamental ato de coletar, registar e divulgar esta informação para aprimorar o campo da conservação e restauro do património cultural e histórico?



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

[alguns] **POTENCIAIS CAMINHOS**

Olhados a partir do saber técnico-tradicional numa era digital

- Fazer mais e mais levantamentos e registos sistematizados acerca dos artífices e seus saberes técnicos.
- Adotar e fortalecer uma perspetiva interdisciplinar de coleta, análise e interpretação da informação.
- Melhor relacionar o elo entre 'patrimônio virtual e digital' e 'patrimônio real' (tangível ou intangível), não dissociando registos patrimoniais reais (tangíveis e intangíveis) de bancos de dados e plataformas de patrimônio digital.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

[alguns] POTENCIAIS CAMINHOS

Olhados a partir do saber técnico-tradicional numa era digital

- Estar ciente de que a efemeridade de documentos e plataformas produzidas diretamente em suporte digital sem a preocupação com a preservação mais abrangente do património, pode afetar significativamente o futuro da memória social, instituições, associações e comunidades, entre outros.
- Superar lógicas muito focadas na informação e disseminação do património cultural, investindo em plataformas que de fato contribuam para a conservação do património cultural tangível, através da valorização e salvaguarda do património intangível.



DB-HERITAGE: Ferramenta para o registo sistematizado dos dados relativos à história, propriedades e desempenho dos materiais

António Santos Silva – Químico, LNEC

ssilva@lnec.pt

resumo O projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial, PTDC/EPH-PAT/4684/2014, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia) tem como principal objetivo a criação de meios para o arquivo de informação sobre materiais de construção com valor histórico e patrimonial, integrando um espaço para o repositório de amostras físicas e a disponibilização de uma ferramenta para a recolha e a divulgação de dados sobre a história, propriedades e desempenho dos materiais. Pretende-se, assim, também promover a partilha, por diferentes atores e pelo público em geral, de informação relevante sobre os materiais que compõem o património histórico e arquitetónico que depois de agrupada e analisada sirva de base à elaboração de recomendações para a sua preservação. A principal ferramenta do DB-HERITAGE consiste numa Base de Dados que permite a inserção de dados sobre um determinado monumento ou sítio, nomeadamente sobre o tipo de intervenção nele realizada (ex: inspeção, conservação, reparação), pormenorizando os locais objeto dessa intervenção, os materiais estudados e os resultados dos ensaios efetuados. Permite ainda agrupar os materiais por tipo, função, propriedades, aplicação e cronologia de intervenções, bem como condições de exposição, integrando todos os fatores relevantes para a análise do seu desempenho e do estado de conservação. Outras potencialidades que ainda inclui são a disponibilização de registos documentais sobre materiais e as técnicas de aplicação/conservação, isto é informação imaterial associada aos saberes técnicos-tradicionais, bem como sobre registos bibliográficos sobre os casos de estudo ou sobre os vários eventos do mesmo caso de estudo. Nesta comunicação apresentam-se alguns dos meios criados pelo projeto DB-HERITAGE e, a título ilustrativo, exemplos de dados atualmente disponíveis na base de dados demonstrando o seu potencial na partilha e divulgação de informação relativa a materiais de construção com interesse histórico e patrimonial.

DB HERITAGE

Workshop
Materiais históricos:
entre tradição e inovação

4 dezembro 2019
Lisboa • LNEC

**DB-HERITAGE: FERRAMENTA
PARA O REGISTO
SISTEMATIZADO DOS DADOS
RELATIVOS À HISTÓRIA,
PROPRIEDADES E DESEMPENHO
DOS MATERIAIS**

António Santos Silva
ssilva@lneq.pt

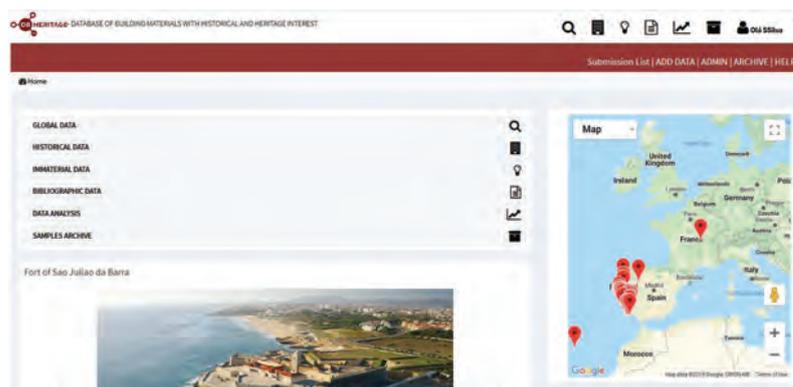
LNEC LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lneq.pt/>

Os dados arquivados na base de dados consistem em informações genéricas sobre casos de estudos ou dos materiais, incluindo

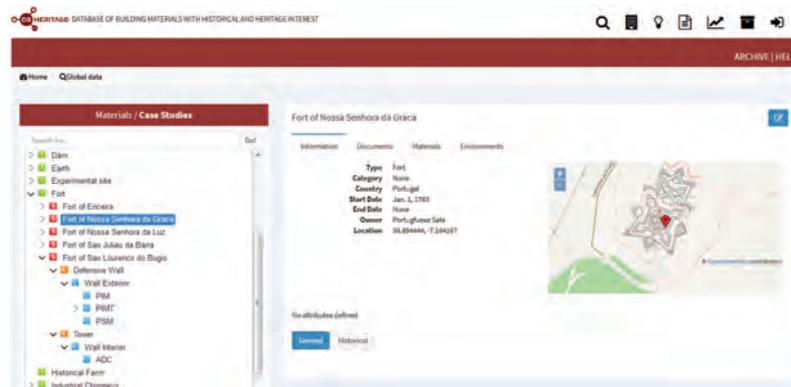
- Relatórios
- Artigos
- Fotos e vídeos
- Eventos de diversos tipos (ex. inspeção, reparação, conservação)
- Resultados de caracterização de materiais por diferentes técnicas de ensaio
- Caracterização ambiental
- ...



O utilizador da BD pode selecionar dados específicos do caso de estudo (por exemplo, informação genérica, eventos históricos, caracterização do material) e aceder de acordo com diferentes opções de visualização, incluindo o tipo de material (ex. argamassa, pedra, madeira etc.) e o tipo de estrutura (ex. igreja, forte, palácio, etc.) com opções de filtragem

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>



Os dados para um determinado monumento são hierarquicamente agrupados de acordo com:

- Os elementos (torre, coro alto, etc.)
- componentes (parede interior, piso, etc.)
- Tipos de amostra (fragmentos, provetes moídos, lâminas delgadas, ...)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Página de entrada

Permite seleccionar o tipo de visualização de dados de acordo com o perfil do utilizador



LNEC | PARTNERS | ABOUT



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Global data

The screenshot displays the DB-HERITAGE website interface. The top navigation bar includes 'Home' and 'Global data'. A sidebar on the left, titled 'Materials / Case Studies', contains a search bar and a list of categories such as Archaeological ruins, Bedrock, Bridge, Building, Castle, Church, Convent, Dam, Earth, Experimental site, Fort, Historical Farm, and Industrial Chimneys. The 'Fort' category is expanded, showing several fort locations, with 'Fort of Nossa Senhora da Graca' selected. The main content area, titled 'Fort of Nossa Senhora da Graca', features tabs for 'Information', 'Documents', 'Materials', and 'Environments'. The 'Information' tab is active, displaying a table of attributes:

Type	Fort
Category	None
Country	Portugal
Start Date	Jan. 1, 1763
End Date	None
Owner	Portuguese Sate
Location	38.894444, -7.164167

Below the table, it states 'No attributes defined' and provides 'General' and 'Historical' tabs. A map on the right shows the fort's location in a star-shaped layout. The URL at the bottom of the page is dbheritage.lnec.pt/dbheritage/global/str/2350#tab_4.

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Historical data

The screenshot displays the DB-HERITAGE website interface for the 'Historical data' view. The top navigation bar includes 'Home' and 'Historical data'. A sidebar on the left, titled 'Materials / Case Studies', contains a search bar and a list of categories similar to the 'Global data' view. The 'Fort' category is expanded, showing several fort locations, with 'Fort of Nossa Senhora da Graca' selected. The main content area, titled 'Events', features a blue button for 'Forte of Nossa Senhora da Grac' with the text 'Inspection - Jan. 1, 2015' and a 'More info' link. Below the button, there are 'General' and 'Historical' tabs, with 'Historical' selected. The URL at the bottom of the page is <http://dbheritage.lnec.pt/>.

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Bibliographic data

Lista com as referências bibliográficas de um determinado caso de estudo

The screenshot displays the 'Bibliographic Data' section of the DB-HERITAGE website. The left sidebar shows a list of materials under 'Materials / Case Studies', with 'Roman Ruins of Troia' selected. The main content area shows 'BReferences - Roman Ruins of Troia' with a search bar and options to view entries in CSV, Excel, or PDF. A table lists two references:

Url	Description	Document	Options
https://www.researchgate.net/publication/250346023_Characterisation_of_Roman_Mortars_from_the_Archaeological_Site_of_Troia_Portugal	Silva, A.S.; Paiva, M.; Ricardo, J.; Salta, M.; Monteiro, A.M.; Candeias, A.E., 2006. Characterisation of roman mortars from the archaeological site of Troia (Portugal).	Characterisation of roman mortars from the archaeological site of Troia (Portugal)	
https://run.uni.pt/bitstream/10362/11448/1/CI15-Troia.Brandi.may06.pdf	Monteiro, A.M.; Rodrigues, P.F., 2006. Troia Roman Baths (Portugal) - Assessment of history of	Troia Roman Baths (Portugal) - Assessment of history of	



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Archive

Indicação das amostras do Forte de Nossa Senhora da Graça existentes no Arquivo

The screenshot displays the 'Archive' section of the DB-HERITAGE website. The left sidebar shows a list of case studies under 'Case Studies', with 'Fort of Nossa Senhora da Graça' selected. The main content area shows 'Archive - Fort of Nossa Senhora da Graça' with a search bar and options to view entries in CSV, Excel, or PDF. A table lists 10 entries:

Arquivo	AutoID	Room	Line	Box n.	Structure	State	Options
LNEC	0000000213	107	2F	2F-1	12F_7 < 12F < Exterior < Counterguard < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000214	107	2F	2F-1	3RE_7 < 3RE < Exterior < Powder Magazine < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000215	107	2F	2F-1	16R_7 < 16R < Interior < Cistern < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000216	107	2F	2F-1	7J_7 < 7J < Exterior Stronghold < Stronghold < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000217	107	2F	2F-1	9RE_7 < 9RE < Exterior < Counterscarp < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000218	107	2F	2F-1	1R_7 < 1R < Exterior Stronghold < Stronghold < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000219	107	2F	2F-1	17R_7 < 17R < Interior < Cistern < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000220	107	2F	2F-1	22RI_7 < 22RI < Wainscot < Exterior < Governor House < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000221	107	2F	2F-1	21R_7 < 21R < Panel < Exterior < Governor House < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	
LNEC	0000000222	107	2F	2F-1	22RE_7 < 22RE < Wainscot < Exterior < Governor House < Fort of Nossa Senhora da Graça	Archived	

Showing 1 to 10 of 58 entries



Workshop **Materiais históricos**: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Características gerais

<http://dbheritage.lnec.pt/>

Data analysis

Ferramenta para gerar dados em formato de tabela ou de gráfico

The screenshot displays the DB-HERITAGE Data Analysis tool. On the left, there is a 'Materials / Case Studies' section with a search bar and a list of categories and specific sites. The categories include Aggregates, Airport, Aqueduct, and Archaeological ruins. Under Archaeological ruins, several sites are listed, such as Almofala Tower, Archaeological Site of Castro dos Ratinhos, and others. On the right, there is a search filter with two dropdown menus: 'Method' (set to 'Binder/Aggregate Ratios') and 'Material type' (set to 'Mortar'). A 'Filter' button is also present. The top navigation bar includes 'Home', 'Data Analysis', 'Submission List', 'ADD DATA', 'ADMIN', 'ARCHIVE', and 'HELP'. The user 'Olá SSilva' is logged in.

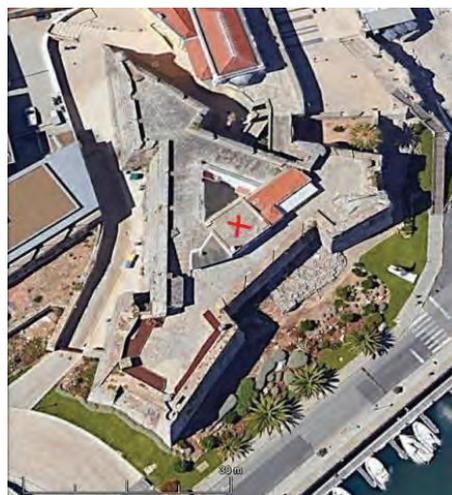


Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos



Fort de São Julião da Barra: localizado na margem direita do rio Tejo, é um exemplo de arquitetura barroca militar, sendo o mais completo complexo de defesa militar construído para defender o porto de Lisboa. Estava operacional em 1580, mas sua construção levou quase um século a ser concluída. A amostragem foi realizada na parede sul: argamassa de alvenaria (SBJ-J) e de reboco (SJB-R)



Fortaleza de Nossa Senhora da Luz: localizada na margem direita do rio Tejo, é considerada como representativa da transição da arquitetura do modelo de castelo medieval para a fortaleza abaluartada. Construída em 1580, inclui uma estrutura anterior, a Torre de Santo António, também conhecida como Torre Joanina. Em 2012 foi realizada a caracterização de rebocos exteriores e interiores



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos



<https://cronicasmacaenses.com/2014/02/05/forte-nossa-senhora-da-graca-em-elvas-portugal/>

Forte de Nossa Senhora da Graça: classificado como Património Mundial pela UNESCO em 2012, está localizado numa colina a norte da cidade de Elvas. É uma obra prima da arquitetura militar do século XVIII e é considerado um dos maiores símbolos das fortalezas abaluartadas do mundo. Como parte da indicação pela UNESCO, em 2015 foi implementado um plano de conservação e restauro que envolveu uma caracterização detalhada dos materiais utilizados na construção do forte



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos de resultados

Crystalline phases	SJB-R		SJB-J	
	Overall fraction	Binder rich fraction	Overall fraction	Binder rich fraction
Quartz	+++	+	+++	+/+
Feldspars	+/+	+	+/+	+
Mica	vtg	vtg	vtg	vtg
Kaolinite	vtg/+	vtg/+	vtg	vtg
Hematite	vtg	vtg	vtg	vtg
Calcite	++/+++	+++	++	++/+++
Aragonite	vtg	vtg/+	vtg	vtg
Magnesite	?	vtg	?	vtg
Calcium Aluminate Hydrate and Chloroaluminate	-	-	vtg	+
Gypsum	-	-	vtg	vtg
Ettringite	-	-	vtg	+
Zeolite	vtg	vtg	vtg	vtg

A argamassa de revestimento, constituída essencialmente por minerais siliciosos da areia e calcite, é característica de uma argamassa de cal. A presença de magnesite e aragonite é atribuída à ação de um ambiente rico em iões magnésio, como é a água do mar

A amostra de argamassa de alvenaria também apresenta uma composição mineralógica característica de uma argamassa de cal aérea, embora a proporção de calcite seja menor do que na argamassa de revestimento. Uma característica interessante em ambas as amostras é a identificação de um composto do tipo zeólito, com uma composição semelhante a um aluminossilicato de sódio e cálcio hidratado, atribuído ao desenvolvimento de reações pozolânicas entre o hidróxido de cálcio da cal e alguns minerais alterados presente na areia.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos de resultados

Case study	Element	Sample identification	Binder: aggregate
SJB	South defensive wall	SJB-J	1:10
	South defensive wall	SJB-R	1:4
NSL	Wall interior of North bastion	NSL BN7	1:1
	Wall interior of South bastion	NSL BS5	1:2
	Wall interior of West defensive wall	NSL MP10	1:3
	Wall exterior of South defensive wall	NSL MS9	1:2
	Wall exterior of Joanina Tower	NSL TJ1-E	1:2
	Wall interior of Joanina Tower	NSL TJ1-I	1:2
NSG	Exterior stronghold	NSG-1R	1:3
	Powder magazine - exterior layer	NSG-3RE	1:6
	Powder magazine - internal layer	NSG-3RI	1:2
	Tunnel - external layer	NSG-8RE	1:4
	Tunnel - internal layer	NSG-8RI	1:2
	Counterscarp - external layer	NSG-9RE	1:5
	Interior of cistern	NSG-17R	1:6

Os valores b/a (binder:aggregate) obtidos são muito diversos, variando de 1:1 a 1:10, com média de 1:3,5. A alta variabilidade, mesmo dentro da mesma estrutura, sugere que as proporções b/a não foram definidas previamente. Aparentemente, as misturas foram feitas in situ, provavelmente de acordo com a trabalhabilidade, plasticidade, aderência e, em geral, a "mão" do trabalhador



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos de resultados

Case study	Sample identification	b/a	C_{cc5} [Kg/(m ² .min ^{0.5})]	σ_c [N/mm ²]	DEM [N/mm ²]
NSL	NSL BN7	1:1	0.45	0.26	2895
	NSL BS5	1:2	2.73	1.4	1380
	NSL MP10	1:3	1.26	2.9	2960
	NSL MS9	1:2	1.92	2.0	3530
	NSL TJ1-E	1:2	0.98	3.7	2870
	NSL TJ1-I	1:2	3.83	n.d.	2750
NSG	NSG-1R	1:3	0.3	1.6	n.d.
	NSG-3RE	1:6	0.9	4.0	n.d.
	NSG-8RE	1:4	2.2	n.d.	n.d.
	NSG-8RI	1:2	5.5	n.d.	n.d.
	NSG-9RE	1:5	1.3	1.1	n.d.
	NSG-17R	1:6	1.6	1.1	n.d.

Os valores das propriedades físicas e mecânicas nem sempre apresentam uma boa correlação com os valores da razão b/a. De fato, as características físicas e mecânicas das argamassas de cal aérea estão relacionadas com a sua microestrutura, que depende não apenas da relação agregado/ligante, mas principalmente da distribuição de tamanho de grão, natureza e forma do agregado que condiciona a ligação entre as partículas.

Alguma correlação inversa pode ser encontrada entre a resistência à compressão e o coeficiente de absorção capilar. Por exemplo, para amostras NSL, com exceção do NSL BN7, o C_{cc5} mais baixo (0,98) corresponde ao σ_c mais alto (3,7), enquanto o C_{cc5} mais alto (2,73) é encontrado para a amostra com o σ_c mais baixo (1,4)



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação

Base de Dados DB-HERITAGE – Exemplos de resultados

A BD contém informações completas sobre vários materiais de construção e estruturas de referência do património e terá seu potencial maximizado à medida que recebe novos estudos de caso e ganha novas funcionalidades.

Portanto, a sua contribuição para a preservação do património construído também aumentará!

The screenshot displays the DB-HERITAGE web application. The header includes the logo and navigation links: 'Submission List | ADD DATA | ADMIN | ARCHIVE | HELP'. The main content area is titled 'Dom Jose I Monument (Lisbon)' and features a search bar on the left with a list of categories like 'Convent', 'Dam', 'Earth', etc. The central panel shows details for the selected monument, including its type (Statue), category (Metallic sculpture), country (Portugal), start and end dates, owner (Portuguese State), and location coordinates. A map on the right shows the monument's location in Lisbon. Below the details, there are tabs for 'Historical' and 'Address', and options to view 'Function Structure' and 'Value Structure'.



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Conclusões

- O estudo de materiais de construções históricas, permite obter informações muito relevantes sobre a história do próprio monumento, mas também sobre o desempenho do material nas condições de exposição a que foi submetido.
- Essas informações, quando usadas em conjunto no mesmo monumento ou em estudos de caso semelhantes, facilitam a decisão em termos de materiais e composições a serem usadas em intervenções de conservação e restauro.



<http://www.creativeequals.org/training-workshops/>



<https://www.linkedin.com/topic/base-dados>



<https://www.keep.pt/mercados/arquivos/>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Conclusões

- A Base de Dados desenvolvida de materiais de construção permite recolher informações dispersas e sua avaliação para responder às necessidades de conservação do património construído. Além das informações sobre o desempenho dos materiais, é possível relacioná-lo com outros dados, como por exemplo os dados meteorológicos. Informações bibliográficas sobre um estudo de caso específico também estão disponíveis gratuitamente.
- Simultaneamente potencializa a investigação para preencher algumas lacunas de conhecimento identificadas. Essa ferramenta continuará a ser expandida e desenvolvida para ser indexada e consultada por WHERE, WHEN e WHAT em uma nuvem europeia (ARIADNEplus - <https://ariadne-infrastructure.eu/>)



<http://www.creativeequals.org/training-workshops/>



<https://www.linkedin.com/topic/base-dados>



<https://www.keep.pt/mercados/arquivos/>



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.

Agradecimentos

À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo apoio ao projeto PTDC/EPH-PAT/4684/2014: DB-HERITAGE - Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial e também ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) pelo apoio ao projeto DUR-HERITAGE - Durabilidade e conservação de materiais com interesse histórico.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



EUROPEAN RESEARCH INFRASTRUCTURE
FOR HERITAGE SCIENCE - portuguese platform



Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



PROGRAMA OPERACIONAL POTENCIAL HUMANO



QUADRO DE REFERÊNCIA
ESTRATÉGICO NACIONAL
PORTUGAL 2007-2013



Workshop
Materiais históricos: entre tradição e inovação.



<http://db-heritage.lnec.pt>

ISBN 978-972-49-2311-6



9 789724 923116

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11
lnec@lnec.pt www.lnec.pt