

A cal na conservação e restauro de revestimentos antigos - estudos de casos com diferentes técnicas

Martha Lins Tavares



INTRODUÇÃO

A **cal** é um dos materiais mais nobres e um dos primeiros empregue na arquitetura e revestimentos de paredes. Em Portugal conhecem-se **revestimentos de cal** desde a época romana.

Até ao século XIX, a **cal** foi o principal ligante das argamassas, revestimentos e pinturas. Em Portugal até inícios do **séc. XX** encontramos revestimentos constituídos por **cal** .



INTRODUÇÃO

**Porquê a cal
entrou em
desuso?**



Cimento Portland- séc. XIX

o novo ligante endurecia mais rapidamente; menor prazo de obra; desempenhos mecânicos superiores aos das argamassas à base de cal

Consequências

Desaparecimento:

- ❑ dos meios tradicionais de produção da cal
- ❑ mão-de-obra especializada com habilidade técnica de aplicação
- ❑ conhecimento das antigas técnicas de revestimentos



INTRODUÇÃO

Bom **conhecimento dos materiais** - fundamental para promover a **qualidade e a sustentabilidade** da construção

Cimento - obras de reabilitação e restauro - indiscriminada e pouco criteriosa - **inúmeros insucessos** (elevada resistência, baixa porosidade, sais solúveis)

Comunidade científica

A reabilitação, o restauro do edifício e do revestimento antigo hoje



- ❑ procura de **matérias-primas de baixo impacto**
- ❑ incentivo às ações de restauro, **preservação da arquitetura de cal** e da **utilização da CAL** no restauro, devido à sua **compatibilidade, física, química e estética** com os revestimentos originais
- ❑ **forte potencial ecológico, por conseguinte mais sustentável.**

a cal retoma atualmente uma importância que conheceu desde os primórdios da civilização humana

Técnicas antigas de revestimentos exteriores de cal - a cada tipo de suporte e época técnicas distintas



Barramento



Estanhado



Polido



Áspero



Picado



Fingido de pedra



Marmorite



Fingido de tijolo



Esgrafitos



Estucos



Pintura de fingidos



A CONSERVAÇÃO

Principais anomalias observadas

e as técnicas de tratamentos com cal

Os **revestimentos exteriores de cal** encontram-se sujeitos a inúmeras acções agressivas que conduzem à sua degradação, o que tem levado ao **desaparecimento de grande parte destes revestimentos**.

As anomalias correntes - técnicas de tratamento

**Fendas -
Fraturas**



abertura longitudinal - atravessa toda a espessura do revestimento - rompimento

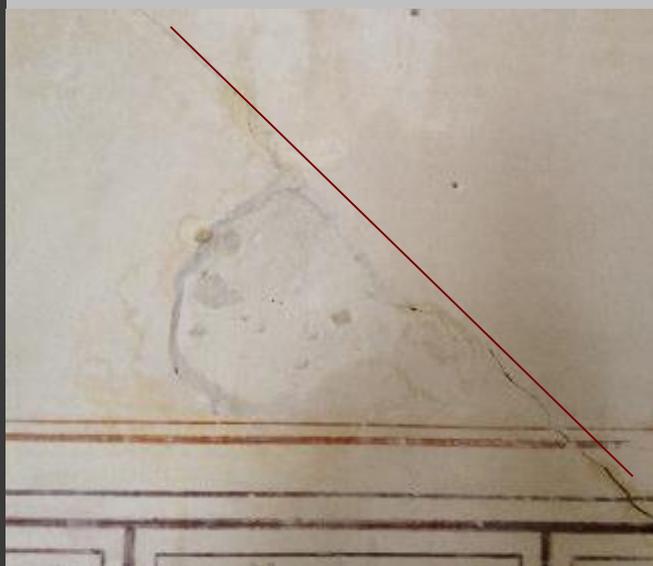
apresentam **uma largura maior que 2mm** - afetam toda a espessura do revestimento.



Tratamento



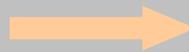
Obturação com **argamassa de cal** semelhante à original, tendo em conta o tamanho do agregado.



As anomalias e as técnicas de tratamento

Abertura longitudinal que afeta somente as **camadas superficiais de acabamento** do revestimento.

Fissuras



Variam entre **mícrones e milímetros**

Quanto ao tamanho :

- **Microfissuras** – aberturas lineares, aspecto irregular, largura inferior a 0,2 mm; quando **superficiais não penetram mais que 1 mm** no revestimento.
- **Fissuras médias ou normais** – aberturas lineares, largura compreendida entre 0,2 e 2 mm e podem **afetar a espessura do revestimento**

Tratamento

argamassa semelhante e **compatível** com a original (de **cal**) - agregados de **pequenas dimensões** (tipo filler)



As anomalias e as técnicas de tratamento

Perda - falta do revestimento

Lacunas



são elementos perturbadores da imagem, - **interrompem o discurso figurativo e a unidade da imagem** - entram em competição com a própria obra.



Patologia difícil de ser tratada - **entender o seu significado**
Não são iguais, variam conforme a sua **extensão e localização**

Princípio orientador para a sua conservação:



recuperar a imagem através do princípio da continuidade figurativa.



As anomalias e as técnicas de tratamento- lacunas

Tratamento

Argamassa de cal e agregados semelhante à original - composição, textura , cor - **preencha os requisitos de compatibilidade** (químicos, físicos e estéticos)

Revestimento decorativo (pintura mural, esgrafitos, fingidos, etc.) - técnica semelhante à original

opções estéticas:

- **mesmo nível do revestimento** original, apresentada com cor e textura semelhante ao original.

- um pouco **mais abaixo do nível** do revestimento. Com apresentação estética numa tonalidade um pouco **mais clara que original** - **distinguir o novo**, o material do restauro do material original.



As anomalias e as técnicas de tratamento - colmatação lacunas



Colmatação -
reintegração cromática



Stucco - Antes



Depois restauro argamassa
com de cal

Edf. Lidador, Beja - Fachada exterior – **restauro revestimentos de cal** – CMB - obra **Insitu**



Colmatação e reintegração
cromática



Colmatação lacuna com
argamassa de cal

As anomalias e as técnicas de tratamento - lacunas

Tratamento das lacunas - revestimento decorativo



Restauro de esgrafito – argamassa de cal – obra **InSitu**



As anomalias e as técnicas de tratamento

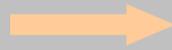
Erosão



Desgaste do revestimento - **perda de material** - ordem mecânica, física, química ou biológica - ocorrem no revestimento - alterações como: **alveolização, corrosão e abrasão**

Tratamento **prévio de consolidação** - **água de cal**

Tratamento



Zonas com **perda do ligante** - aplicar **argamassa de cal** com características semelhantes à original
Forma de aplicar - com espátulas, o nivelamento pode ser feito com esponja húmida.



As anomalias e as técnicas de tratamento

Perda de aderência



Perda de aderência

Separação entre as diferentes camadas do revestimento ou entre o revestimento e o suporte.

Provoca - várias outras anomalias como: descolamento, abaulamento, fissuração, destacamento e lacunas.



Recomendação



- Análise da profundidade e extensão da degradação
- Quantificar o grau de deterioração
- Teste de percussão, esclerómetro de pêndulo, ultra-sons, termografia de infravermelhos
- Escolher o produto consolidante adequado:

Consolidação da perda de aderência

A escolha do produto adequado

Dificuldades

- Necessitam de **grande quantidade de água** (60 a 80% peso)
- A **secagem** destas argamassas acontece **no interior da parede sem a presença do dióxido de carbono** do ar. Nestas condições o processo de **carbonatação** da cal, torna-se **difícil**, sendo necessária a utilização de **aditivos hidráulicos** para acelerar tal processo.

A escolha depende do tipo de degradação, extensão e profundidade

Argamassas compostas por ligantes aéreos, hidráulicos e aditivos



Tratamento da perda de aderência

Consolidação – com **caldas de cal** (injeções (*grout*))

**Requisitos básicos
para uma calda de cal**



Compatibilidade física e química com o revestimento a ser tratado

Ter **pouca retração na secagem** e bom poder de aderência aos substratos

Tempo de presa - não podem começar a endurecer durante a injeção. Possuir capacidade de **secagem de modo hidráulico**, ou seja, sem ar e em condições húmidas

Produzir uma **calda homogênea**, facilidade de **penetração** - batedeira, varinha mágica (+ agitação = melhor penetração)



Tratamento da perda de aderência

Tratamentos prévios



- **Limpeza dos vazios**
- **Proteção do revestimento**
- **Selagem de fissuras, fendas e lacunas**
- **Abertura de orifícios**
- **Humedecimento dos vazios-** evitar que o suporte absorva demasiado a água da calda de cal



Tratamento - consolidação da perda de aderência

Aplicação da calda



Escolha da técnica de aplicação: **injeção manual** (utilizando seringas), gotejamento (tubos e seringas) e pistolas elétricas.

Aplicação por **gravidade, na vertical ou ligeiramente inclinada e devagar; não criar bolhas de ar.**

Produtos – profundidade da anomalia



Argamassas - ligantes hidráulicos; ligantes aéreos + aditivos



Fotos- obra **In Situ**



Foto- obra **In Situ**



As anomalias e as técnicas de tratamento

**Perda
coesão**



Perda da resistência mecânica da argamassa, **enfraquecimento das ligações entre partículas**

Provoca – desagregação e pulverulência

Tratamento

Consolidante fluido que penetrem nas zonas enfraquecidas.

Técnica: **aspersão, pincelagem, compressas**

Produtos que podem ser utilizados: água de cal – perda coesão intermédia); **silicatos etilo** (perda coesão profunda)



Restauro dos revestimentos antigos

Argamassas de cal para o restauro

características, materiais , preparo, aplicação, recomendações

Técnicas de tratamento – Colmatação de lacunas

Argamassas de restauro

Onde?



Rebocos, zonas de lacunas, fraturas, fissuras

Características mecânicas semelhantes às originais e inferiores ao suporte.

Características



Ter a **capilaridade**, a **permeabilidade ao vapor de água** e a **facilidade de secagem**, semelhantes às argamassas originais e superiores às do suporte.

Ser **compatíveis esteticamente** com as argamassas que substituem (rebocos, juntas, acabamentos decorativos ou não, etc.).

A **técnica de aplicação** (espessura das camadas, “aperto” da massa), **modo de preparação** - (quantidade de água da amassadura e modo de amassadura), **condições de cura** - têm importância no desempenho e na durabilidade do revestimento.



Fotos - obra **In Situ**

Colmatação de lacunas – argamassa de restauro

Ligantes - Argamassas de restauro - composição

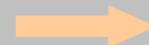
Tipos



CAL - Terra – (taipa, adobe) - Gesso



A Cal



A cal – um dos mais antigos e utilizados

Aérea – Cálctica – CaCO_3 - CL - gorda (pouca argila menos 1%) ou magra (mais argila – 1 a 5%)

Dolomítica – DL – rico em MgCO_3

Hidráulica Natural – calcário margoso – (carbonato + argila < 50%)

Hidráulica Artificial – industrial – (calcário, argilas, aditivos – hidróxidos cálcio, silicatos e aluminatos de cálcio)

A cal viva ou cal virgem – Q - produto sólido - hidratar – imersão (cal em pasta) ou **aspersão** – (cal em pó)

Cal em pasta – se for mantida em água - boa duração – **não carbonata, não perde qualidades com o armazenamento**

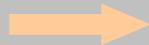
Cal em pasta – mais tempo de **repouso**, melhora **propriedades** do material e melhor será o **desempenho da cal**



Colmatação de lacunas – argamassa de restauro

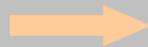
Agregado - Argamassas de restauro - composição

Função



A areia - esqueleto da argamassa, ganha coesão pela ligação dos seus grãos ao ligante. **Importante para o preenchimento dos espaços vazios.** Influi na **resistência, textura final.**
Maior dureza e compacidade à argamassa, atenua a retração de secagem.

Qualidade



A qualidade é fundamental no comportamento global da pasta. Deve ser geralmente **siliciosa, limpa, solta, isenta de sais solúveis** e impurezas, boa resistência mecânica, preferência **extraída do rio ou de minas.**

Dimensão agregado



A mistura de areias com tamanhos diferentes, aumenta a **facilidade de trabalhabilidade e a resistência das argamassas.**

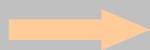


Colmatação de lacunas – argamassa de restauro

A COR das argamassa - Argamassas de restauro

Definida por todos os constituintes – **ligante, agregado, aditivo**

Ligante



Cal cálcica - CaO - **branca**

Cal dolomítica - MgCO₃ - CaCO₃ – **cal parda** (cinza ou castanha)

Terra – depende composição e origem – diferentes cores

Cal hidráulica – composições e cores diversificadas – com **mais argila** – **castanhas, cinzas; menos argilas - mais claras**

Agregado



Coloração dos agregados influi na cor final das argamassas e composição, **a cor** depende do local de extração

Portugal Continental - **calcários ou granitos**

Ilhas Açores e Madeira – **origem vulcânica** – mais escuras

Areias com teor de argila – **rosa, ocre, castanha** (pode provocar fissuras)



cal parda



vulcânicas

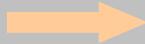


arg. de restauro- obra In situ

Colmatação de lacunas – argamassa de restauro

A COR das argamassa - Argamassas de restauro

Pigmentos



- **Resistentes aos álcalis e à luz do sol**, compatíveis com o ligante – **inorgânicos**

- **Terras naturais** – **pouco homogêneo**, depende do local de extração - **ferro suficiente e composição mineralógica adequada**, elevada pureza e finura.

Goetite ($\text{FeO}(\text{OH})$) – amarelo - Hematite (Fe_2O_3) - **vermelho**

Goetite + hematite – **ocre castanho**

Dióxido de manganês (MnO_2) – **terra sombra**

Óxidos de origem artificial – séc. XIX - elevado grau de pureza, maior estabilidade térmica e química e maior uniformidade de cor.



Argamassas de restauro - preparo - aplicação

Recomendações

Ter cuidado com : a quantidade de **água** da amassadura, a **mistura** da argamassa, a **compressão** da argamassa

Modo de aplicar : **em estrato**, com o **suporte húmido**, do interior para o exterior e **de cima para baixo**, **apertando fortemente contra o suporte**

Só depois da **primeira camada seca**, é que se **inicia as aplicações das camadas seguintes**

Um **maior número de camadas**, com **pouca espessura** cada uma, **diminui as tensões de retracção**, **reduz a fissuração** e **melhora a capacidade de impermeabilização**

Aconselha-se a **aplicação com talocha de madeira**, pois **retira o excesso de água das argamassas**.

Aconselha-se **aplicar a pintura após 28 dias** – para uma **melhor carbonatação da cal**

Argamassas de **restauro revestimentos de cal** – obras e fotos **Insitu** – **Conservação de Bens Culturais**



As anomalias e as técnicas de tratamento

Argamassas de restauro - possíveis composições

- **Argamassas de cal aérea** pura ou com adjuvantes
- **Argamassas de cal aérea com adições pozolânicas** (pozolanas naturais, metacaulino, cinzas volantes, sílica-fumo), diversos resíduos industriais com propriedades pozolânicas (vidro moído, resíduos da indústria cerâmica, resíduos de argila expandida, etc.)
- Argamassas de **cal em pasta**
- Argamassas de **cal hidráulica**
- Argamassas de **cal hidráulica e cal aérea**
- Argamassas **pré-doseadas (industriais para o restauro)**
- **Traço:** depende do traço original – **1:3 (cal: areia)**



Aplicação argamassa de cal – restauro de revestimentos antigos



Aplicação reboco de cal – com pintura de cal – Jardim do Paço – Castelo Branco

Argamassas de **restauro revestimentos de cal** – **In situ** – Conservação de Bens Culturais





Barramento de cal em pasta + pó de pedra

Convento dos inglesinhos, Lisboa –
Estudo - LNEC –Obra EDIFER

O restauro da fachada de marmorite do edf. do LNEC

Data: 1950 – estilo modernista – estrutura de betão

Revestimento de acabamento – marmorite - cal aérea com agregado calcário

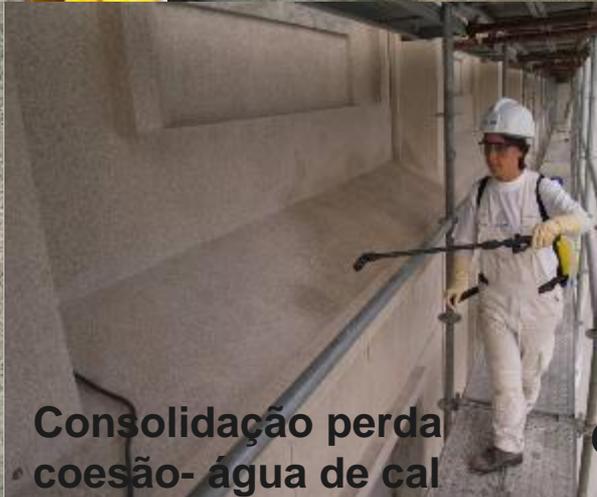
Conservar revestimentos, dentro dos critérios da Conservação e do Restauro, sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem apagar nenhum traço da passagem da obra no tempo foi objetivo da equipa.

Anomalias observadas: contaminação biológica, crostas negras, perda de aderência, perda de coesão, fissuras, fraturas, lacunas

Equipa: Eng R.Veiga, Dr. S.Silva, Dr. Delgado, Martha Tavares, A. C. Magalhães - **Obra In Situ**



Tratamento efetuado



Tratamento efetuado



Homogeneização cromática



Pincel



Trattégio



Esponja



Aspersão



Antes



Depois



Antes



Depois

VEIGA, Rosário; **TAVARES**, Martha Lins, *Restauro da fachada em marmorite de cal do laboratório nacional de engenharia civil, em Lisboa. Materiais, métodos e resultados*, In: VII Seminário brasileiro de tecnologia das argamassas, Recife, Maio de 2007.

VEIGA, Rosário, **TAVARES**, Martha Lins et al. *Reparação das Fachadas de Marmorite do Edifício Principal do LNEC*. Relatório 262/ 06 - NRI, LNEC, Lisboa, Setembro de 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamental o **conhecimento das antigas técnicas de cal**, para **conservar de maneira eficaz as construções antigas existentes.**

A **conservação e o restauro em Portugal**, adquirem cada vez mais um **carácter científico**, com uma melhor compreensão do objeto alvo de restauro.

A **conservação e o restauro dos revestimentos** com base **em cal** é possível e viável.

É essencial estabelecer um diálogo entre as **técnicas tradicionais** e a **evolução tecnológica**, não se afastando dos **materiais** que a **natureza tem ao seu dispor**, resultando em uma **solução de sustentabilidade económica do património**, integrando uma nova dinâmica no desenvolvimento, **fundamental para a permanência da identidade e memória das cidades.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante levar este **património ao conhecimento do cidadão**, através de **ações de sensibilização** que promovam uma **nova forma de olhar para estes edifícios**.

Se faz necessário uma **legislação específica** para a **conservação e o restauro dos revestimentos antigos** que resultem na **manutenção da cultura da cal**.



Muito obrigada pela atenção!

tavares.martha@gmail.com