

ARGAMASSAS PARA CONSTRUÇÃO EM TERRA CRUA

Patologias associadas e formas de as minorar

Paulina Faria Rodrigues

Eng.Civil

mpr@fct.unl.pt

DEC – Grupo de Estudos sobre o Património
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica

Resumo

Apresentam-se de forma genérica as principais patologias associadas às construções de terra crua, nomeadamente as relativas à erosão, à absorção de água e a condensações de vapor de água. Ressaltam-se os problemas relativos à acção dos sais.

Relembrem-se as exigências a cumprir pelos revestimentos de paredes, as características que estes devem possuir e os tipos de argamassas de revestimento aplicados correntemente.

Apresentam-se algumas considerações relativas à optimização das argamassas de cal aérea como único ligante e de cal aérea com componentes pozolânicos, e ao acabamento por pintura.

Refere-se a necessidade de se procederem a aplicações in situ para confirmar as tendências analisadas.

Patologias associadas às construções de terra crua

A análise da patologia das construções em terra permite distinguir um conjunto de agentes de degradação principais, cujos efeitos e consequências importa conhecer, para melhor compreender os processos segundo os quais se manifestam e poder actuar da melhor maneira [1].

a) Patologias associadas à erosão

A erosão propriamente dita tem origem na acção da chuva, do vento (com mais ou menos elementos em suspensão), dos seres vivos mas fundamentalmente na acção dos sais higroscópicos (nitratos, cloretos, sulfatos).

Os sais higroscópicos existem em maior ou menor quantidade em grande parte dos materiais de construção, são transportados pela água e cristalizam quando esta evapora. Consoante a sua cristalização se dá à superfície ou no interior do elemento de construção,

provocam respectivamente eflorescências ou criptoflorescências. Quando os sais são transportados pela água até à superfície, a sua cristalização é superficial (eflorescência) e ocorre uma erosão também superficial do paramento, essencialmente por degradação do acabamento por caiação ou pintura. Quando os sais cristalizam antes de chegarem à superfície, essa cristalização dá-se na espessura que a água atingiu na sua migração de secagem, no seio do material (ou na interface entre o material de suporte e o de revestimento). Quando cristalizam, os sais aumentam de volume e é essa expansão que muitas vezes provoca dessolidarizações entre camadas de materiais, se a porometria dos materiais não for suficiente para suportar a referida expansão dos sais. A zona dessolidarizada, mais tarde ou mais cedo, acaba por se destacar do resto do elemento e cair, resultando em erosão mais ou menos profunda da construção.

É frequente, especialmente em construções em terra (e tanto mais quanto mais incompatível for o seu revestimento), que a cristalização dos sais ocorra perto da interface entre o suporte e o respectivo revestimento, pelo que acaba por resultar no destacamento de todo o revestimento e degradação da camada superficial do suporte.

As consequências da erosão são a degradação da superfície ou mesmo de alguma espessura do elemento, diminuição da resistência mecânica do material, acentuação de vias de penetração de água e risco de infiltração, absorção ou capilaridade.

b) Patologias associadas à absorção

A absorção de água resulta de uma presença de água em contacto com os elementos de construção ou da acção da chuva. A água penetra nos materiais por ascensão ou difusão capilar ou por infiltração pela fendilhação existente, podendo causar graves alterações no estado da construção.

As consequências principais da absorção são uma diminuição da resistência mecânica e do isolamento térmico, o transporte dos sais existentes nos materiais (de que normalmente resultam os problemas respectivos referidos anteriormente - degradação por cristalização de sais após secagem da água), dilatação/retracção do material (provocando novas fendilhações, a que se seguem maiores infiltrações) e o desenvolvimento de vegetação parasitária.

c) Patologias associadas à condensação de vapor de água

As patologias associadas à condensação resultam da existência de vapor de água em excesso e da ocorrência de situações propícias a que esse vapor de água condense à superfície ou no interior dos elementos da construção.

Os efeitos da condensação são um humedecimento do material, geralmente localizada na superfície interior do elemento em contacto com o exterior (condensação superficial), ou na interface interna entre materiais diferentes, ou ainda na espessura de um material (condensações internas).

As suas consequências são o risco de degradação por desenvolvimento de fungos e bolores, uma diminuição do isolamento térmico, uma diminuição local da resistência mecânica, ou ainda, pela acção de cristalização de sais anteriormente enunciada, o risco de descolamento do revestimento ou do acabamento.

d) Acções dinâmicas e acções estáticas

Estes últimos tipos de acções são essencialmente estruturais. Podem provocar desde fendilhação (a que se podem seguir algumas das anomalias antes descritas) até à própria rotura e colapso da construção.

Analisando as acções atrás descritas podemos separar os mecanismos de degradação construtivos, essencialmente devidos à acção da água, daqueles que são eminentemente estruturais.

Tendo em conta os mecanismos de degradação devidos à presença da humidade, de uma forma genérica pode dizer-se que o estado de conservação das construções em terra crua depende assim, essencialmente, da eficiência de três aspectos fundamentais, por todos conhecidos e traduzidos na expressão corrente – “umas boas botas, uma boa gabardine e um bom chapéu de chuva”. Isto quer dizer: um bom corte de capilaridade nas fundações e uma boa protecção do soco das paredes exteriores, um bom revestimento nas paredes em geral e uma boa cobertura (se possível inclinada, com prolongamento em beiral, afastando da superfície da parede, os planos de queda da água da chuva, e do soco, os respectivos salpicos de água que bate no solo).

Os revestimentos das paredes constituem uma das barreiras à acção da água. Por outro lado, olhando para o património antigo edificado em terra crua (e não só) constata-se a situação de debilidade em que se encontram as envolventes dos edifícios, não só em termos do acabamento superficial (por caiação ou pintura) mas também da camada de revestimento sobre a qual é aplicado.

No caso dos edifícios antigos, nessa debilidade podem estar envolvidos parâmetros de ordem vária, nomeadamente por se terem procedido a reparações que vieram acelerar a

deterioração dos materiais que constituíam o revestimento ou por se ter mesmo atingido o limite da vida útil desses materiais.¹

Exigências a cumprir pelos revestimentos de paredes

As principais características de um revestimento podem ser agrupadas em função das propriedades que condicionam a aptidão do revestimento para satisfazer as exigências funcionais que lhe são requeridas.

a) Aderência ao suporte

A aderência do revestimento ao suporte é principalmente um fenómeno mecânico, que se deve à penetração nos interstícios do suporte, da leitada (água e partículas finas dos ligantes) da argamassa de reboco, que ao cristalizar no interior dos seus poros, assegura a colagem.

O revestimento deverá ser aderente ao suporte de modo a não se descolar sob efeitos de trações e compressões desenvolvidas por variações dimensionais diferenciais entre o suporte e o revestimento, de choques, de pressões de vapor, e não conduzir a concentrações de tensões em pontos localizados.

A aderência ao suporte condiciona directamente a durabilidade do revestimento e é tanto mais forte quanto maior for a adequabilidade do revestimento ao suporte sobre o qual é aplicado. Depende também da preparação a que foi submetido o suporte, do seu teor em água e ainda das condições atmosféricas que ocorrem durante a aplicação e a secagem da argamassa.

b) Impermeabilização da parede

O revestimento limita de modo importante a quantidade de água que pode atingir o suporte; é a função de impermeabilização. Entende-se como de impermeabilização um revestimento que normalmente está em contacto com o suporte e que só em conjunto com este pode garantir que a água não atinja o interior da construção. Depreende-se assim que a água pode penetrar através do revestimento, atingir o suporte mas não o ultrapassar. Para que a água não penetre demasiado no suporte, a velocidade com que se dá a secagem é fundamental.

¹ Como exemplo de reparações incorrectas podem citar-se casos de aplicações de argamassas (ou de revestimentos por pintura) muito pouco porosos, impermeáveis ao vapor e/ou que contêm altos teores em sais, que dificultam a secagem da parede, a migração do vapor de água até ao exterior e incrementam a cristalização de sais no seio ou junto a interfaces da parede, introduzindo todas as patologias associadas. Relativamente à vida útil dos revestimentos, há que não esquecer que estes existem para proteger a parede, sendo por isso materiais de desgaste que têm de ser reaplicados várias vezes ao longo da vida da parede.

A exigência de impermeabilização implica que o revestimento seja suficientemente espesso para constituir uma barreira eficaz à penetração da água, que seja pouco susceptível de fendilhar (pelo que deverá apresentar alguma deformabilidade e fracas variações dimensionais) e que apresente uma reduzida capilaridade. Como cada camada de reboco não deve ser muito espessa, há necessidade de o revestimento das paredes ser aplicado pelo menos em duas camadas distintas² [2]. Deste modo consegue-se também que a microfissuração inevitável, que ocorre em cada camada não tenha correspondência na camada adjacente, dificultando o percurso da água para o interior da parede.

A capilaridade traduz a capacidade do material se empregar de água por forças de sucção. A progressão da água será tanto mais rápida e significativa quanto mais finos forem os capilares do material.

Durante os períodos de chuva, o revestimento absorve uma certa quantidade de água por capilaridade (que se traduz visivelmente por um escurecimento da sua cor), que tende a perder durante o período de secagem subsequente sob a forma de vapor (por evaporação). Considera-se que o revestimento pode assegurar a sua função de impermeabilização desde que absorva uma quantidade de água suficientemente fraca de modo que possa ser eliminada por evaporação entre dois períodos de chuva, antes de atingir o substrato³[3].

Mas de nada servem estes cuidados se o revestimento fendilhar, pois então abrem-se caminhos directos para a entrada da água.

A susceptibilidade de fendilhação de argamassas depende de vários factores e é difícil de quantificar. De uma forma geral pode considerar-se essencialmente relacionada com três características – retracção, módulo de elasticidade e resistência à tracção-, cuja influência deverá ser vista em conjunto.

O revestimento deve apresentar uma boa capacidade de deformação, de modo a absorver, sem fendilhar, os movimentos e as tensões a que é submetido, propriedade que é caracterizada pela deformação à rotura do material.

c) Permeabilidade ao vapor de água

O revestimento deverá ser permeável ao vapor de água para evitar a acumulação de água de condensação que seja criada no interior do edifício e permitir que a parede seque,

² Para serem consideradas camadas (e não demãos), tem de ter ocorrido parte significativa da retracção de secagem da camada anterior antes de se aplicar a camada seguinte

³ Quando se verificam ciclos de molhagem muito superiores aos de secagem pode ocorrer uma lavagem da cal das argamassas devido à formação de bicarbonato de cálcio (e de magnésio, se utilizada cal preta) que é solúvel na água

eliminando, por evaporação, a água que se tenha introduzido por capilaridade em períodos de chuva.

Como o fluxo de vapor se faz em geral do interior para o exterior, compreende-se a importância da permeabilidade ao vapor de água do revestimento exterior das paredes, o qual deverá ser tanto mais permeável quanto mais o for o próprio suporte sobre o qual esteja aplicado.

d) Aspecto estético

O revestimento deverá conferir, pela textura e pela cor, o acabamento e o aspecto estético final da parede. A uniformidade do revestimento vai depender da constância na dosagem dos constituintes da argamassa de revestimento, da regularidade de preparação dessa argamassa e das condições de aplicação em obra. No entanto, deve salientar-se que os revestimentos das construções em terra resultam mal esteticamente quando efectuados segundo padrões actuais.

Características das argamassas de revestimento

Para desempenharem todas as funções que lhes são exigidas, as argamassas de revestimento devem possuir certas características, algumas das quais se configuram, *à priori*, contraditórias para produtos à base de ligantes minerais, pelo que tem de se procurar um equilíbrio.

De um modo geral, e no que se refere aos rebocos, estes deverão apresentar características físicas, químicas e mecânicas semelhantes e compatíveis às dos suportes sobre os quais sejam aplicados, pelo que deverão verificar os critérios seguintes [4]:

- o módulo de elasticidade deverá ser menor ou igual ao do suporte, decrescendo do interior para o exterior nas várias camadas que constituem o reboco;
- a porometria deverá ser semelhante à do suporte e, por outro lado, deverá ser suficiente para permitir que a cristalização dos sais transportados pela água, a ocorrer, não implique a geração de tensões que degradem o elemento de construção;
- a permeabilidade ao vapor de água não deverá ser inferior à do suporte, aumentando de dentro para fora nas várias camadas que constituam o revestimento;
- o teor de sais solúveis existentes nas argamassas deverá ser o menor possível;
- as argamassas deverão ter uma trabalhabilidade aceitável, sem que para tal seja necessário adicionar água em excesso⁴;

⁴ Proporcionalmente ao aumento da água da amassadura vai também aumentar a retracção da argamassa e, consequentemente, a sua fissuração.

- as argamassa deverão fazer presa num espaço de tempo aceitável, quer em ambientes secos, quer em ambientes húmidos;
- as argamassas deverão ter retrações baixas e apresentar coeficientes de variação dimensional por acções térmicas similares aos do suporte;
- os rebocos deverão ser reversíveis, sempre que se destinem a ser aplicados em edifícios que constituam património histórico ou cultural;
- a durabilidade deverá ser tão elevada quanto possível (dentro do pressuposto que os rebocos são materiais de desgaste e que a sua função principal é a protecção das paredes).

Tipos de argamassas de revestimento das paredes

Considera-se que, embora se possa cair em muitas repetições, nunca será demais referir que aquilo que não se deve fazer, em termos de revestimentos de paredes, é precisamente o que tem vindo a acontecer, ou seja, o recurso sistemático a aplicações de argamassas de reboco nas quais o ligante cimento tem quase exclusividade. Se são óbvios os inconvenientes quando estas argamassas são aplicadas sobre paramentos em geral, muito mais flagrantes é a incompatibilidade dessa actuação quando essas argamassas são aplicadas sobre construção em terra antiga [4]:

- módulos de elasticidade muito elevados, o que dá origem a uma baixa capacidade para acompanhar os movimentos do suporte (e à transmissão para estes de todos os esforços a que os rebocos sejam sujeitos);
- variações dimensionais por acção térmica muito maiores do que as das argamassas tradicionais e de vários tipos de suportes (o que provoca que as tensões geradas por essas variações dimensionais venham a ser essencialmente absorvidas por esses suportes);
- libertação de grandes quantidades de sais solúveis, que poderão contribuir para a deterioração acelerada do suporte que se pretende proteger;
- baixa porosidade das argamassas de cimento que, aliada à sua reduzida permeabilidade ao vapor de água, dificultam a evaporação da água existente na parede, dando origem a anomalias que se traduzem geralmente na cristalização de sais e subsequente dessolidarização dos rebocos em relação aos suportes;
- argamassas deste tipo constituem soluções irreversíveis, isto é, não susceptíveis de serem removidas sem causarem danos aos materiais originais, para além de alterarem as texturas originais das superfícies, criando novos efeitos visuais.

Este tipo de “reparações” tem uma durabilidade aparente muito reduzida e, ao fim de um curto espaço de tempo, resulta numa perda do revestimento “novo” efectuado, infelizmente acompanhada de graves prejuízos no suporte sobre o qual foi aplicado (e que se pretendia proteger).

Argamassas com base em cais hidráulicas apresentam um comportamento semelhante. Recorre-se a argamassas bastardas de cimento e cal aérea na tentativa de mobilizar as melhores características dos dois tipos de ligantes utilizados mas estudos efectuados apontam que traços volumétricos com dosagens de cimento, cal aérea e areia inferiores a 1:3:12 constituem argamassas demasiado friáveis e dosagens mais elevadas em cimento resultam argamassas demasiado rígidas para suportes de terra [5] (infelizmente também os inconvenientes inerentes aos dois tipos de ligantes são mobilizados).

Os tipos de argamassas de revestimento de paredes que mais frequentemente foram aplicados em construções em terra antigas eram à base de cal aérea e areia, sendo a cal o único ligante ou recorrendo a eventuais adições de pó de tijolo ou outros componentes que actuavam como pozolanas (quando a cal como único ligante não conseguia cumprir alguns dos requisitos a exigir ao revestimento).

No entanto no caso de argamassas para substituição em edifícios antigos, a réplica exacta da formulação original (mesmo que fosse possível determiná-la e executá-la), não seria apropriada, uma vez que geralmente a base (taipa ou adobe, no caso em análise) já não apresenta as características originais devido à sua idade e à maior ou menor deterioração a que foi sujeita.

Têm vindo então a ser estudadas várias formulações de argamassas de cal aérea e areia ou de cal adicionada de componentes pozolânicos e areia, com matérias primas obtidas no mercado nacional, a analisadas argamassas realizadas a partir de produtos comerciais, cuja apreciação resumida se pretende apresentar.

Argamassas de cal aérea e areia

Analisaram-se argamassas realizadas com cal aérea hidratada em pó, a mesma cal previamente misturada com água e utilizada em pasta ao fim de 12 meses, uma cal em pasta resultante de extinção prévia de cal viva em pedra, utilizada ao fim de 8 e 16 meses e uma cal em pasta resultante de extinção de cal viva micronizada, utilizada ao fim de 2 e 10 meses de extinção [6,7].

Todas estas argamassas, com cal aérea como único ligante, constituem argamassas aéreas, que só fazem presa por carbonatação da cal, em contacto com o dióxido de carbono do ambiente. Têm por isso uma presa lenta e que apresenta muita dificuldade em se

desenvolver em meio húmido. As suas resistências mecânicas e módulo de elasticidade são baixas (embora suficientes para as exigências normais dos rebocos) e totalmente compatíveis com suportes de terra crua.

Com todas estas argamassas realizaram-se ensaios laboratoriais de modo a aferir o seu comportamento em termos de resistências mecânicas e aos sais.

O acréscimo de mão de obra na preparação de uma pasta com a cal hidratada não foi compensado por melhores características relativamente à mesma cal utilizada directamente em pó.

Esta última tem a grande vantagem de poder ser utilizada directamente, sendo incorporada nas argamassas como qualquer outro tipo de componente, sem necessidade de extinção prévia. Por ser produzida industrialmente, será possível exigir-lhe estabilidade de qualidade.

As cais em pasta resultantes da extinção das cais vivas (em pedra ou micronizada) apresentam como desvantagem a necessidade da sua extinção prévia em água mas apresentam grande incremento nas suas características à medida que aumenta o seu período de extinção. Essas melhorias são registadas ao nível da trabalhabilidade – permitindo a aplicação de argamassas com baixo teor em água – e em termos do seu desempenho, em consequência do decréscimo dos cristais de portlandite, que provoca um aumento da superfície específica. Recomenda-se assim que a sua utilização seja precedida de períodos de extinção tão longos quanto possível⁵.

Estas argamassas apresentam também maior resistência aos sais (cloretos e sulfatos) que as resultantes da utilização da cal em pó e que as executadas com cais em pasta de extinção curta.

Argamassas de cal aérea com componentes pozolânicos e areia

Analisaram-se argamassas de cal aérea e areia, com incorporação de diferentes proporções de componentes que, em contacto com a cal produziam uma reacção dita pozolânica. Em resultado desta reacção pozolânica, produzem-se compostos hidráulicos, que conferem hidraulicidade às argamassas. Esta hidraulicidade depende do tipo de componente utilizado, da sua proporção na argamassa e do tipo de cura a que a argamassa era submetida.

Os componentes pozolânicos utilizados variaram entre a pozolana natural de Stº. Antão (Cabo Verde) obtida no mercado nacional, cinzas volantes (que são um subproduto industrial resultante da combustão do carvão na indústria e muito utilizadas pelas cimenteiras e centrais de betão), caulino em pó e pó de barro vermelho (este também um

⁵ Em vários países europeus é corrente as estâncias de materiais de construção terem disponíveis cais em pasta com longo período de extinção.

subproduto industrial resultante dos resíduos recolhidos pelos despoeiradores das fábricas de cerâmica). Os dois últimos produtos referidos foram submetidos a cozedura (600°C a 800°C) durante 0,5 a 3,5 horas, para adquirirem características de pozolanicidade.

Foram realizadas argamassas com vários traços volumétricos de cal, componente pozolânico e areia e as argamassas foram sujeitas a curas seca e húmida, tendo as suas características sido comparadas com a argamassa de cal aérea hidratada e areia [8,9,10,11].

Salienta-se uma grande diferenciação de comportamentos nas argamassas devido ao tipo de cura, sendo o seu desempenho muito incrementado no caso da cura ter decorrido em presença de humidade. Quando se utilizam algumas composições - como é por exemplo o caso de quando se utiliza pozolana natural - as argamassas sujeitas a cura mais seca resultaram demasiado friáveis, enquanto as mesmas argamassas sujeitas a cura com presença de humidade apresentaram características apreciáveis. Esta constatação veio reforçar a grande importância do modo e condições de aplicação das argamassas em obra.

Relativamente às resistências mecânicas verifica-se uma relativa melhoria destas argamassas comparativamente à argamassas com cal como único ligante mas os valores do módulo de elasticidade mantêm-se compatíveis com os suportes em questão.

Quanto à resistência aos sais, analisou-se de forma distinta o comportamento face ao ataque por cloretos (presentes em ambientes marítimos) com uma acção essencialmente física e aos sulfatos, cuja acção é fundamentalmente química. Relativamente à resistência aos cloretos, verifica-se um comportamento muito mais eficiente por parte das argamassas sujeitas a cura húmida que se atribui não só a uma maior resistência mas fundamentalmente a um possível maior tamanho dos poros, que permite que a cristalização dos cloretos ocorra sem dano em redor. Este maior tamanho dos poros deve-se ao facto de, sob cura húmida, a água só se evaporar totalmente da argamassa fresca já com esta suficientemente rija, permanecendo os vazios correspondentes, contrariamente ao que ocorre sob cura seca, em que a água se evapora muito rapidamente, ainda com a argamassas pouco rija, que continua a contrair, reduzindo o tamanho dos poros.

No que respeita à resistência aos sulfatos, tem de se procurar um compromisso pois a hidraulicidade consegue-se através da criação de aluminatos que, em presença dos sulfatos, produzem sulfoaluminatos que são muito expansivos e destrutivos. No entanto, e mesmo assim, quase todas as argamassas analisadas apresentam resistência aos sulfatos superior à registada pela argamassa só de cal e areia.

Argamassas realizadas a partir de produtos comerciais

Têm vindo a ser analisadas algumas argamassas especiais existentes no mercado, de cuja composição fazem parte aditivos específicos e/ou determinadas misturas de ligantes e agregados (sistemas pré-doseados), desenvolvidos para otimizar a resistência face à acção dos sais [12,13]. As metodologias de análise adoptadas introduziram condicionantes que afectaram alguns dos produtos, em particular os que se integram em sistemas múltiplos⁶.

Dos seis produtos entretanto analisados, alguns apresentam características de algum modo inadequadas para a sua aplicação sobre suportes de terra ou suportes de alvenaria antiga, nomeadamente no que diz respeito a características mecânicas. Por outro lado, outros configuram soluções interessantes para aplicação em situações de existência de sais solúveis, permitindo prever desempenhos aceitáveis ao longo de períodos de tempo tendencialmente mais elevados do que os que decorrem de aplicações de revestimentos tradicionais. Dos produtos ensaiados ressaltaram as potencialidades especialmente de resistência à acção de sulfatos, de um dos produtos ensaiados, e sua compatibilidade mecânica com os suportes em questão.

Acabamento das superfícies

Mas para além dos rebocos propriamente ditos, não se devem esquecer os acabamentos a aplicar sobre eles.

As tintas correntes actuais, para além de questões estéticas (designadamente brilho, textura e homogeneidade), apresentam baixa permeabilidade ao vapor de água, comparativamente aos rebocos que deverão ser usados em construções em terra, o que por razões enunciadas anteriormente, pode provocar fenómenos de empolamento e destaque dessas pinturas.

Por outro lado, enquanto nas pinturas tradicionais à base de cal (caiação), a solidificação ocorre na sequência da cristalização dos constituintes, originando uma camada que actua como consolidante do próprio reboco, nas pinturas actuais a solidificação é consequência da simples evaporação do solvente. Verifica-se assim, que uma caiação, para além das funções estéticas desempenhadas, actua como camada protectora que passa a fazer parte integrante do revestimento da parede, contribuindo para o seu desempenho global.

Nessas caiações tradicionais eram em geral utilizados corantes, orgânicos ou inorgânicos (e de entre estes, naturais ou artificiais), alguns dos quais não só conferiam cor mas podiam ter importante papel na durabilidade do filme.

⁶ Deu-se preferência à análise da camada que, de acordo com o fabricante, tem a função de resistir à acção dos sais.

Existem actualmente no mercado tintas de silicatos que apresentam características intermédias entre as tintas correntes e as pinturas à base de cal [14,15], procurando obviar os inconvenientes de umas e outras.

Manutenção de rebocos em paramentos e tectos

Em muitas construções, as técnicas de construção em terra coexistem com elementos construtivos resultantes de alvenaria de tijolo maciço (é o caso, por exemplo, de arcos ou tectos abobadados). Estes elementos foram concebidos e mantiveram-se (durante grande parte da sua vida útil) recobertos por um reboco. Admitindo que esses elementos de alvenaria tenham vindo a estar sujeitos à acção dos sais solúveis, é funcionalmente desadequada quer a remoção dos revestimentos, quer a aplicação de hidrófugos de superfície para procurar eliminar os danos superficiais [16, 17].

A remoção dos revestimentos pode levar a que os danos decorrentes da cristalização de sais ocorram na própria alvenaria, uma vez que deixa de estar presente a camada de sacrifício que o revestimento constituía. Estes danos são geralmente superficiais, constatando-se através de problemas de pulverulência dos blocos e da argamassas de assentamento ou posicionamento. A aplicação de hidrófugos de superfície pode ainda agravar mais a situação, na medida que pode induzir à transformação das eflorescências ou criptoflorescências superficiais (que causariam a pulverulência) em criptoflorescências mais profundas, que tendem a causar a fendilhação e a fragmentação dos blocos de barro vermelho.

Considerações finais

A análise de argamassas que tem vindo a ser efectuada⁷ tem mostrado as potencialidades de diferentes tipos de materiais, sua preparação e cura. É de salientar que não há soluções únicas mas várias hipóteses, de acordo com as exigências fundamentais a satisfazer e muitas vezes, patologias principais a minorar.

Esta análise está longe de estar completa pois muitas outras matérias-primas e proporções, produtos e condições de aplicação estão ainda por analisar, de modo às características das argamassas de cal aérea poderem ser optimizadas.

Por outro lado, há necessidade de se efectuarem aplicações *in situ* de argamassas do tipo das que têm vindo a ser analisadas. Para este fim, prepararam-se já há alguns anos, na

⁷ Os trabalhos de análise de argamassas referidos têm vindo a ser desenvolvidos, para além da signatária, pelo Prof.Eng.Fernando Henriques e pelo Arq.Vasco Rato, com o apoio dos alunos, da licenciatura em Engenharia Civil da FCT/UNL, Paula Albuquerque, Ana Brás, Pedro Jesus e Sofia Cruz.

Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa, um pequeno parque de muretes de taipa - executado de forma tradicional e com diferentes terras da região, sob a direcção do Arquitecto Miguel Rocha - que tem estado em observação sem ser revestido, e sobre o qual se pretende proceder a aplicações de algumas das argamassas mais promissoras analisadas.

Referências

1. RODRIGUES, Paulina Faria – **Problemática dos Revestimentos de Paredes em Construções de Terra Crua**. Jornada sobre Construções com Terra Aditivada – A Terra como Material de Construção de Edifícios. Lisboa: IST, 1999.
2. FARIA, Paulina; VEIGA, M.Rosário - **Rebocos Tradicionais**. Lisboa: LNEC, 1990. Curso de Especialização em Revestimentos de Paredes.
3. MARGALHA, Goreti – **O uso da cal em argamassas no Alentejo**. Évora: Universidade de Évora, 1997. Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico.
4. HENRIQUES, Fernando M. A. - **Caracterização de Revestimentos de Paredes para Edifícios Antigos**. Lisboa: Ordem dos Engenheiros, 1992. Revista Ingenium nº52.
5. RODRIGUES, P.; HENRIQUES, F. – **Current mortars in conservation: an overview**. Karlsruhe: University of Karlsruhe, 2003. 6th International Conference on Materials Science and Restoration – MSR VI. University of Karlsruhe, Setembro, 2003.
6. RODRIGUES, Paulina. Faria – **Estudo Comparativo de diferentes argamassas tradicionais de cal aérea e areia**. Porto: FEUP, 2003. PATORREB 2003 – 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Março de 2003, pp.207-216.
7. RODRIGUES, P.; HENRIQUES, F. – **Avaliação comparativa de cais aéreas correntes**. Lisboa: LNEC, 2003. 3ºENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. LNEC, Maio 2003, pp.503-510.
8. RODRIGUES, P.; HENRIQUES, F. – **The effect of hydraulic components on lime mortars**. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2002. XXX IAHS World Congress on Housing, Eds.O. Ural, V. Abrantes, A. Tadeu, Coimbra, Setembro de 2002, pp.1711-1718.
9. RODRIGUES, Paulina Faria – **Argamassas de cal aérea com comportamento hidráulico**. Lisboa: LNEC, 2003. 3ºENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. LNEC, Maio 2003, pp.493-502.
10. GALHANO, C.; RODRIGUES, P.- **Caracterização de componentes pozolânicos para incorporação em argamassas de cal aérea e areia**. VI Congresso Nacional de Geologia, Caparica, Portugal: Departamento de Ciências da Terra da Universidade Nova de Lisboa, 2003. CD-ROM, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Junho de 2003.

11. CHAROLA, A.E.; RODRIGUES, P.F.;McGHIE, A.R.; HENRIQUES, F.M.A. – **Pozzolanic components in lime mortars: correlating behaviour , composition and microstructure.** Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2004. MONUBASIN 2004, em CD-ROM, Lisboa, Abril de 2004 (em edição).
12. HENRIQUES, F.M.A; RATO, V.M. – **Avaliação do comportamento de argamassas face a fenómenos de higroscopicidade.** Lisboa: LNEC, 2003. 3º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Maio 2003, p.405-412.
13. HENRIQUES, F.M.A.; RATO, V.M.; RODRIGUES, P.F. – **Evaluation of salt resistant mortars.** Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2004. MONUBASIN 2004, em CD-ROM, Lisboa, Abril de 2004 (em edição).
14. RIBEIRO, A.; EUSÉBIO, I. – **Tintas inorgânicas: tintas de cal e de silicatos.** Lisboa: LNEC, 2002. Caderno de edifícios nº2
15. TAVARES, Martha – **Revestimentos por pintura para edifícios antigos: um estudo experimental sobre as caiações e as tintas de silicatos.** Lisboa: LNEC, 2002. Caderno de edifícios nº2
16. HENRIQUES, Fernando M.A .- **The effects of soluble salts on a vaulted ceiling.** 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Lisboa: LNEC, 1992.
17. HENRIQUES, Fernando M.A .- **Fenómenos de higroscopicidade devidos à presença de sais solúveis.** Porto: FEUP, 2003. PATORREB 2003 – 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Março de 2003, pp.5-18.