

CONDICIONANTES DA CONSERVAÇÃO DE CONSTRUÇÕES EM TERRA

Paulina Faria Rodrigues* - **Fernando M.A. Henriques**

Departamento de Engenharia Civil

Universidade Nova de Lisboa

Campus da Caparica, 2829-516 Caparica

Tel. 212948580; Fax. 212948398; e-mail: mpr@fct.unl.pt

Tema 2: Conservação e Património

Palavras-chave: terra, material, humidade, conservação

Resumo

Contextualiza-se o uso da terra como matéria de construção tradicional e referem-se as condições necessárias para que seja garantida a integridade de uma construção em terra. Enfatizam-se os efeitos produzidos pelos fenómenos de humidade e a natureza particularmente susceptível à acção dos agentes atmosféricos que as construções em terra evidenciam. Salientam-se as práticas de conservação periódica que se foram enraizando na tradição ao longo dos séculos e os efeitos de degradação que surgem quando essa manutenção regular é abandonada. Diferenciam-se as construções em terra correntes das com recurso a técnicas mais sofisticadas. Contextualiza-se a abordagem paradoxal da conservação actual, relativamente aos edifícios históricos, como génese do possível agravamento das suas condições de conservação.

1. Introdução

O uso da terra como material de construção tradicional é muito mais diversificado do que frequentemente se pensa. Compreensivelmente, em épocas em que os recursos não abundavam e as comunicações eram deficientes, a tendência apontava no sentido da utilização dos materiais que estivessem localmente disponíveis. Mesmo em zonas onde a pedra era abundante, a extracção e, sobretudo, o transporte implicavam custos elevados, em geral inoportáveis para as construções comuns.

Apesar de a terra em si ter uma durabilidade muito longa, o seu uso como material de construção implica a manutenção das geometrias em que seja aplicada e das correspondentes características de compactidade, o que faz com que a sua manutenção ao longo do tempo esteja bastante dependente da forma como estiver protegida dos agentes atmosféricos.

A integridade estrutural de uma construção em terra depende essencialmente do seu grau de compactidade. Quanto mais compactas forem as várias camadas de terra, melhor podem ser mobilizadas as suas capacidades de resistência à compressão (caso da taipa). Visto de outro modo, a existência de vazios em número significativo diminui a secção resistente e enfraquece, em consequência, a construção.

Esta é a principal razão que leva a considerarem-se os fenómenos de humidade como um dos maiores perigos que podem afectar as construções de terra, em conjunto com as acções que originem impulsos laterais, como por exemplo os sismos, ou os assentamentos de fundações.

2. Acção da água em construções em terra

Mais do que a simples referência ao problema que as humidades constituem para as construções de terra, importa perceber os mecanismos que lhes estão associados e os tipos de anomalias que podem provocar.

A acção directa da água da chuva, por infiltração nas zonas de topo das alvenarias ou lateralmente através dos paramentos, numa acção conjugada entre a chuva e o vento, conduz a migrações dessa água no interior das paredes, por efeito da capilaridade e da

gravidade. A capilaridade permite que as águas superficiais sejam canalizadas para as zonas interiores, contrariando por vezes a acção da gravidade, enquanto que esta tende a alargar as zonas de humedecimento no sentido descendente.

Em ambos os casos, a percolação da água no estado líquido no interior de alvenarias de terra implica sempre a remoção de partículas finas, as quais vão sendo transportadas no sentido dos fluxos de migração da água. Esse arrastamento de partículas finas, se é incipiente em termos de curto prazo, assume uma importância muito significativa ao longo do tempo. Com efeito, tal determina que a alvenaria veja a sua compacidade diminuir nas zonas mais afectadas pela água. Ora, a essa diminuição da compacidade surge associada uma menor resistência mecânica, que pode dar origem a roturas pontuais, que se traduzem em geral por destaques de material ou pelo aparecimento de fendas. Em qualquer dos casos estão abertos novos caminhos para a entrada de água e para um acréscimo dos efeitos referidos anteriormente.

Ao nível da base das alvenarias os efeitos são semelhantes aos que foram referidos, muito embora neste caso prevaleça a acção da capilaridade, permitindo que as águas existentes nos solos possam ascender através das paredes até alturas muito consideráveis, que dependem fundamentalmente das condições de alimentação de água pela base, da espessura da alvenaria e das condições de evaporação permitidas pelos paramentos. Em condições gerais, assumindo como constante a ocorrência de água no solo, esta atingirá níveis tanto mais elevados quanto mais espessas forem as alvenarias e, para as mesmas espessuras, quanto mais difíceis forem as condições de evaporação superficial (Henriques, 1994). É por estas razões que as alturas máximas de que se tem conhecimento ocorreram em paredes com espessuras fora do corrente. Paralelamente, quando se aplicam revestimentos superficiais pouco permeáveis ao vapor em alvenarias afectadas por humidade ascendente, o nível atingido pela água tende a aumentar, por vezes de forma drástica. Em boa verdade, é a evaporação superficial que evita que a ascensão capilar continue até aos níveis máximos que a dimensão dos poros pudesse propiciar.

Embora em menor grau, a ascensão de água por capilaridade determina também um arrastamento de materiais mais finos, afectando (ainda que de forma menos significativa) a compacidade dos materiais existentes.

Compreende-se agora melhor a preocupação que desde sempre existiu perante a acção da água, levando designadamente a um cuidado redobrado na execução das fundações - que se requeriam impermeáveis à migração capilar -, na execução das coberturas ou zonas de capeamento - de modo a evitar a infiltração directa da água da chuva - e dos revestimentos de superfície - zonas que em geral constituem as maiores extensões de contacto directo entre as alvenarias e o ambiente exterior.

Mas a presença da água no interior das alvenarias implica ainda a ocorrência de outros mecanismos de degradação. Antes de mais, a própria evaporação dessa água sob a forma de vapor pode induzir pressões significativas sobre os elementos que constituam os paramentos, provocando destaques, colapsos pontuais ou, em casos mais graves, de carácter mais extenso. Paralelamente com esse efeito, devem também ser tidos em conta os efeitos dos sais solúveis. Neste grupo estão incluídos todos aqueles que possam ser dissolvidos pela água, migrando em solução nela até pontos muito distantes dos locais onde inicialmente se encontravam. Os tipos de sais mais frequentes que afectam as construções são os nitratos, os sulfatos e os cloretos. Enquanto estes últimos são característicos de zonas costeiras ou de influência marítima actual ou passada, os sulfatos são típicos de muitos materiais frequentemente usados na construção, enquanto os nitratos estão em geral associados à existência de seres vivos, sendo muito frequentes nos solos e, por extensão, nas próprias terras usadas na construção.

Qualquer dos tipos de sais referidos, para além de serem solúveis, são também higroscópicos. A característica de solubilidade possibilita que sais existentes no terreno possam ascender dissolvidos na água através das alvenarias e migrar até aos paramentos superficiais, onde serão depositados quando a água se evaporar. A característica de higroscopicidade implica um tipo de comportamento particularmente destrutivo para os

materiais de construção. Com efeito, um sal higroscópico é aquele que tem a capacidade de absorver humidade do ar, passando ao estado líquido, quando a humidade relativa é elevada, e perder essa humidade para o ar, cristalizando, quando a humidade relativa é baixa. Essa cristalização é geralmente acompanhada por um aumento de volume, o que determina a criação de tensões no interior dos poros dos materiais. A sucessão de ciclos de cristalização/dissolução provoca uma sucessão de ocorrências de excesso de tensão nos poros que diminui a capacidade resistente do material e conduz a uma progressiva perda de coesão, traduzida em geral por destaques ou perdas de material.

O extracto da zona superficial onde ocorre a deposição dos sais depende de vários factores, em particular da estrutura porosa e das condições de evaporação superficial. Se estas forem pouco favoráveis, isto é, se a evaporação for lenta, há possibilidade de a água no estado líquido - com os sais dissolvidos - atingir a superfície, passando para a fase de vapor e depositando os sais nas zonas mais superficiais. Neste caso dá-se origem à ocorrência de eflorescências - depósitos de sais superficiais, cujo efeito negativo é fundamentalmente de natureza visual. Na situação oposta, quando a evaporação é rápida, a passagem da água do estado líquido ao de vapor - com a consequente deposição dos sais - pode verificar-se em zonas sub-superficiais. Nesses casos, a acção de degradação dos sais é muito mais significativa, dando origem à ocorrência de criptoflorescências. Deve notar-se que muitas situações de alteração das superfícies atribuídas vulgarmente à acção da erosão, são, na realidade, resultantes de fenómenos deste tipo.

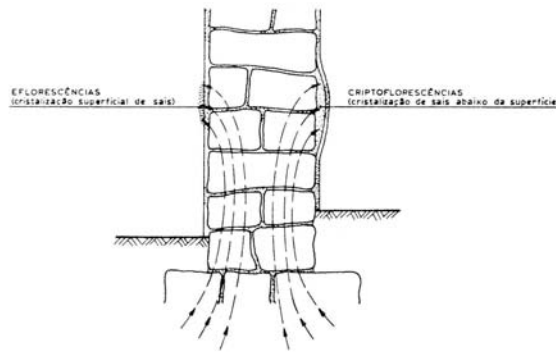


Fig. 1 – Formação de eflorescências e de criptoflorescências por acção dos sais solúveis higroscópicos (HENRIQUES, 1994)

3. Conservação das paredes em terra

Quando os revestimentos e as superfícies das alvenarias sofrem danos, ficam criadas as condições para uma entrada de água mais facilitada e, conseqüentemente, agravam-se as condições de conservação do conjunto.

A aplicação sistemática de revestimentos de superfície nas alvenarias, tais como rebocos e/ou caiações, têm como objectivo preferencial diminuir as condições de absorção da chuva incidente e criar uma “superfície de sacrifício” que possa absorver a maioria das acções degradativas dos sais, preservando a integridade das alvenarias.

A natureza particularmente susceptível à acção dos agentes atmosféricos que as construções em terra evidenciam foi responsável pela criação de práticas de conservação periódica que se foram enraizando na tradição ao longo dos séculos. As naturais motivações de carácter económico desde sempre determinaram que a preservação dos edifícios em geral e das construções em terra em particular eram função dos trabalhos de manutenção que eram regularmente executados. Esses procedimentos permitiram que muitas dessas construções durassem largos séculos em condições bastante satisfatórias. Nos casos em que a manutenção regular foi abandonada, a degradação não tardou a produzir os seus efeitos, por vezes de forma irreversível e num curto intervalo de tempo. Nestes casos, as construções de menor qualidade construtiva são, naturalmente, as que sofrem mais

rapidamente os efeitos das acções climáticas. No extremo oposto encontram-se as construções militares que, quer pelo facto de usarem técnicas mais sofisticadas – como, por exemplo, a chamada taipa militar -, quer em consequência da geometria e espessuras das alvenarias, conseguem aguentar muito tempo mesmo sem manutenção adequada.



Fig. 2 – Degradação de parede de adobe após abandono de manutenção do revestimento

4. Abordagem actual da “conservação” e seus efeitos

Os tempos modernos determinam uma abordagem paradoxal em relação aos edifícios históricos. Se, por um lado, nunca como hoje houve tanto interesse na sua preservação, não deixa também de ser verdade que essas preocupações de salvaguarda coexistem com o espírito contemporâneo de fazer depressa, barato e de forma duradoura. Esta constatação, evidente na sua natureza, contém em si a génese do possível agravamento a médio prazo das condições de conservação de muitos edifícios históricos.

Levadas pelo voluntarismo cultural próprio das gerações contemporâneas, muitas intervenções são efectuadas de forma pouco informada, sem ter em conta que frequentemente a reparação é pior do que o mal em si. É conhecida a situação da Acrópole de Atenas - monumento ímpar da civilização ocidental - onde a maioria dos esforços de conservação desenvolvidos nas últimas décadas se tem destinado a corrigir as profundas anomalias provocadas pelo reforços de betão armado amplamente utilizados na primeira metade do século XX.

5. Casos de estudo de construções com paramentos de pedra

Num nível mais modesto, mas bastante significativo encontra-se o caso do castelo de Kalmar na Suécia, objecto de grandes obras de conservação nos anos trinta. No perímetro exterior do castelo existe uma muralha defensiva, constituída por um túnel abobadado, constituído por paredes de grande espessura com paramentos de pedra aparelhada e enchimento em terra. Os paramentos exteriores das alvenarias foram originalmente executados com pedra calcária e argamassas de cal. Na época em que as obras foram efectuadas, a muralha apresentava um bom estado geral de conservação, com excepção das juntas entre os blocos de pedra, cuja argamassa se encontrava deteriorada numa espessura de alguns centímetros (Holmstrom, 1983). A solução de reparação adoptada consistiu na remoção destas argamassas e na sua substituição por argamassas de cimento, na convicção de que, desta forma, se tornaria a estrutura mais impermeável à água da chuva, melhorando consequentemente a sua durabilidade. Com o passar do tempo constatou-se a ocorrência de novos fenómenos patológicos, inexistentes antes dos trabalhos efectuados: infiltrações de água no interior do túnel abobadado, fendilhação nas ligações entre as novas argamassas e as pedras das alvenarias e formação de manchas esbranquiçadas nos paramentos, resultantes do ataque das pedras por águas ácidas. Numa fase posterior, as argamassas de preenchimento das juntas destacaram-se nalgumas zonas e, quando aparentemente nada o

faria supor, uma parte da muralha ruiu. As causas que originaram este acidente parecem claras. As argamassas originais de cal aérea e areia permitiam um equilíbrio higrométrico entre o interior da estrutura e o exterior, o qual foi alterado drasticamente com a aplicação das argamassas de cimento. Estas, se bem que mais impermeáveis à água da chuva, são-no também em relação ao vapor de água, comparativamente com as argamassas originais, dificultando por isso a evaporação da água existente no interior.

Durante 350 anos as muralhas permaneceram num equilíbrio hídrico em que as águas de infiltração que percolavam no seu interior encontravam meios fáceis de escoamento, quer sob a forma líquida, quer de vapor. Quando o paramento exterior foi impermeabilizado - note-se que ao serem aplicadas no refechamento de juntas argamassas pouco permeáveis ao vapor de água, se está de facto a colmatar a única via disponível para a evaporação das águas de infiltração -, a pressão gerada pelo vapor de água deu origem ao destacamento dos elementos superficiais e o acréscimo do tempo de presença da água no interior da muralha induziu uma progressiva perda de coesão dos seus vários componentes. A deterioração da muralha em 50 anos foi incomensuravelmente mais gravosa do que a que tinha ocorrido nos três séculos e meio anteriores. E isto, note-se, em consequência de uma bem intencionada intervenção de manutenção.

Quando se utilizam argamassas de revestimento à base de cimento está-se, de algum modo, a reproduzir as condições que levaram àquele insucesso. Para além das evidentes incompatibilidades de natureza mecânica, o comportamento hídrico é, em si mesmo, susceptível de potenciar os riscos de degradação existentes, com a agravante de que frequentemente não são visíveis quaisquer problemas até ao momento em que estes surgem de forma inesperada.

Esta questão justifica uma atenção cuidada, em especial no caso das construções de terra com paramentos de pedra, que podem funcionar como uma cortina ocultando anomalias potencialmente graves. É sabido que, desde sempre, a construção de alvenarias espessas de pedra aparelhada incluía um núcleo central formado por uma mistura de materiais diversos que podem oscilar entre as argamassas de cal aérea em sentido corrente - ou seja misturas de cal e areia - e a taipa, eventualmente melhorada com adições de cal e/ou de aditivos pozolânicos. Quando se olha hoje para uma construção desse tipo, dificilmente se pode imaginar que a sua susceptibilidade à percolação da água é tão elevada quanto uma outra construída exclusivamente com taipa.

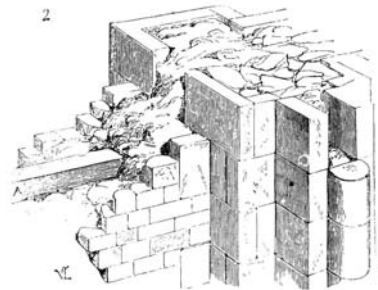


Fig. 3 – Esquema de paredes com paramentos de pedra e núcleo central
(E. Viollet-le-Duc, Dictionnaire Raisonné de l'Architecture)

A Torre de Belém, em Lisboa, é uma fortaleza militar constituída por duas zonas: um baluarte no nível inferior e um torreão na zona superior. Este último tem, nas zonas mais baixas, paredes com vários metros de espessura. Na última intervenção efectuada (1993 e 1997/8) foram feitas análises endoscópicas em vários pontos das paredes, destinadas fundamentalmente a avaliar o estado de compacidade das alvenarias. Essas análises evidenciaram que as zonas do baluarte são integralmente executadas em pedra, com junta seca, o que se compreende se for tido em conta que o edifício se encontra situado dentro do

rio. Mas no que se refere às zonas mais elevadas, em particular no caso do torreão, as alvenarias são constituídas por paramentos de pedra aparelhada com espessuras da ordem dos 20 cm, que enquadram um núcleo central com vários metros de espessura. A constituição deste núcleo não foi avaliada em detalhe, mas não parece irrealista a hipótese de poder ter sido usada taipa militar para esse efeito. A natureza do edifício e, sobretudo, as generosas dimensões dos seus elementos constituintes permitem equacionar essa possibilidade. Nesse contexto, compreende-se que a principal preocupação na intervenção efectuada tenha sido a de limitar as entradas de água através das várias juntas sem refechamento, bem como a de possibilitar caminhos de evacuação para a água nas zonas em que a percolação era evidente (Henriques, 2000).

As preocupações referidas anteriormente são as mesmas que se aplicam neste caso, com a considerável agravante de não ser possível avaliar com facilidade o estado de integridade das alvenarias (entenda-se do seu núcleo central, aquele cujas dimensões determinam a maior contribuição para a resistência estrutural do edifício).

6. Conclusões

Sendo o uso da terra como material de construção tradicional muito mais diversificado do que frequentemente se pensa e apesar da terra em si ter uma durabilidade muito longa, a sua utilização como material de construção implica a manutenção das geometrias em que seja aplicada e das correspondentes características de compacidade. Daí que a conservação das construções em terra ao longo do tempo esteja bastante dependente da forma como estas estejam protegidas dos agentes atmosféricos. Juntamente com acções que originem impulsos laterais ou assentamentos de fundações, os fenómenos associados à humidade surgem como os mais gravesos.

Há que tentar limitar a percolação da água líquida no interior das paredes para impedir a remoção de finos, mas principalmente garantir que a evaporação da água na forma de vapor possa desenvolver-se com velocidade que não permita a cristalização dos sais em zonas onde os seus efeitos possam ser mais perniciosos.

A aplicação sistemática de revestimentos de superfície nas alvenarias tem como objectivo diminuir a absorção da chuva e criar uma “superfície de sacrifício” e o abandono destas práticas de manutenção regular traduz-se geralmente no aparecimento de sinais de degradação, especialmente em construção em terra corrente.

Embora nunca como hoje haja tanto interesse na preservação de edifícios históricos, a preocupação de salvaguarda coexiste com o espírito contemporâneo de fazer depressa, de forma barata e duradoura, o que se torna difícil de compatibilizar. Daí que muitas intervenções sejam efectuadas de modo pouco informado, resultando por vezes as reparações mais nefastas do que o mal que se pretendia reparar.

No caso de paredes espessas com paramentos de pedra aparelhada os problemas podem ser bastante mais gravesos, dadas as dificuldades de evaporação das águas de infiltração e de visualização do estado de compacidade das alvenarias.

Bibliografia

- FARIA RODRIGUES, P. (2004): “Compatibilidade entre as paredes de terra crua e respectivos revestimentos”. II Seminário sobre Arquitectura de Terra, Fundação Convento da Orada, ESG, CdT, Lisboa.
- FARIA RODRIGUES, P. (2005): “Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias”. Revista MUSA, MAEDS, Núcleo Museológico do Distrito de Setúbal (no prelo).
- HENRIQUES, F.A. (2000): “Critérios e condicionantes da selecção das argamassas para o refechamento de juntas”, in *Torre de Belém. Intervenção de conservação exterior*,

- Lisboa, IPPAR.
- HENRIQUES, Fernando (1994): “Humidade em paredes”. Lisboa, LNEC.
 - HOLMSTROM, Ingmar (1983): “Maintenance of historic buildings”, *in CIB Congress To build and take care of what we have built with limited resources*. Stockholm, National Swedish Institute for Building Research.

Curriculum dos autores

Paulina Faria Rodrigues é Mestre em Construção pelo IST/UTL, Doutora em Engenharia Civil, na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela FCT/UNL, onde lecciona Materiais, Física, Tecnologias e Patologias da Construção. É membro fundador da Associação Centro da Terra.

Fernando M. A Henriques, Doutor em Engenharia Civil, Agregado no Grupo de Disciplinas Materiais e Tenologias da Construção da UNL, Architectural Conservation Course (ICCROM), consultor científico permanente da Associação World Monuments Fund (Portugal).