

Emboço ventilado para edifícios antigos sujeitos a humidade ascensional e sais solúveis

Ana Fragata | LNEC / Universidade de Aveiro, DECivil, GeoBiotec e RISCO, Portugal | afragata@lnec.pt

Maria do Rosário Veiga | LNEC, Portugal | rveiga@lnec.pt

Ana Velosa | Universidade de Aveiro, DECivil, GeoBiotec e RISCO, Portugal | avelosa@ua.pt

Este artigo apresenta um revestimento de substituição “emboço ventilado” para edifícios antigos sujeitos à ação severa da água (humidade ascensional através das fundações com elevada concentração de NaCl).

Este revestimento, composto por duas camadas de revestimento (emboço e reboco), foi submetido a ciclos de dissolução e cristalização para simular a ação severa da água e perceber a influência dos rasgos verticais contínuos executados no emboço e do hidrófugo no reboco.

Pretende-se que este sistema de revestimento seja compatível, durável e eficaz e que funcione como um sistema de acumulação no qual os sais cristalizem no emboço e não na alvenaria ou na camada exterior.

A

humidade ascensional associada à presença de sais solúveis transporta-os através da alvenaria até à superfície onde ocorrem ciclos repetidos de dissolução e cristalização devido a variações de temperatura e humidade relativa. A cristalização pode induzir o destacamento do revestimento ou a perda de coesão na zona de evaporação (Veiga *et al*, 2009; Fragata, 2013).

Foi desenvolvido um sistema de revestimento de substituição inovador “emboço ventilado”, para alvenarias antigas sujeitas à ação severa da água, no qual a acumulação de sais é induzida no seu interior e inibida na alvenaria e na superfície exterior (Fragata, 2013).

É avaliada a degradação devida à cristalização de NaCl no “emboço ventilado”. Os ensaios de dissolução-cristalização foram executados em laboratório, numa alvenaria de grandes dimensões revestida com diferentes sistemas de revestimento. O efeito da cristalização foi estudado através de observações visuais e ao microscópio eletrónico de varrimento (MEV).

Materiais e métodos

Este estudo foi desenvolvido na URPa (Unidade de Revestimentos de Paredes) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em colaboração com a empresa Fradical, Lda.

Sistemas de revestimento

O “emboço ventilado” (RH) é um revestimento composto por duas camadas (emboço e reboco). O emboço foi executado com rasgos verticais, que permitem a circulação de ar no seu

interior, e reboco com hidrófugo. Selecionaram-se mais três sistemas de revestimento RNH, NH e H. Um revestimento tradicional de cal (AL) foi utilizado para comparação.

Os sistemas de revestimento foram testados à ação severa da água em laboratório em provetes de pequenas dimensões (Fragata, 2010; Fragata, 2013; Fragata *et al*, 2016), antes da sua aplicação na alvenaria.

A composição dos sistemas e camadas de revestimento é apresentada nos quadros 1 e 2.

RNH é idêntico a RH mas sem hidrófugo no reboco. NH e H são idênticos a RNH e RH, respetivamente, mas sem rasgos verticais no emboço.

Em f7 é utilizada uma adição mineral para aumentar a velocidade da reação pozolânica. O pó de tijolo favorece o aumento da resistência mecânica à flexão e compressão da argamassa (Fragata, 2013) através da retenção de água da argamassa (Van Hees, 2012), essencial à reação pozolânica.

Alvenaria de grandes dimensões

A alvenaria de grandes dimensões (350 cm x 270 cm x 50 cm) (Matias, 2010) de pedra calcária é revestida numa das faces de maior dimensão (face A) com revestimento tradicional (AL) com 2 cm de espessura (1:3, ligante: agregado – traço em volume). A argamassa de assentamento e o revestimento tradicional têm a mesma composição (al).

Os sistemas de revestimento RH, H, NH e RNH foram executados na alvenaria (face B) com 3,5 cm de espessura total (fig. 1). Os revestimentos foram executados 20 cm acima da base da alvenaria. As laterais (esquerda e direita) da alvenaria foram revestidas com argamassa com hidrófugo.

Quadro 1 | Composição dos sistemas de revestimento

Sistema de revestimento	Composição do emboço	Existência de rasgos	Camada entre o emboço e o reboco	Composição do reboco
AL (referência)	Al	Não	-	al
RH	f7	Sim	Cal em pasta e areia fina	f1h
H	f7	Não	-	f1h
NH	f7	Não	-	f1
RNH	f7	Sim	Cal em pasta e areia fina	f1

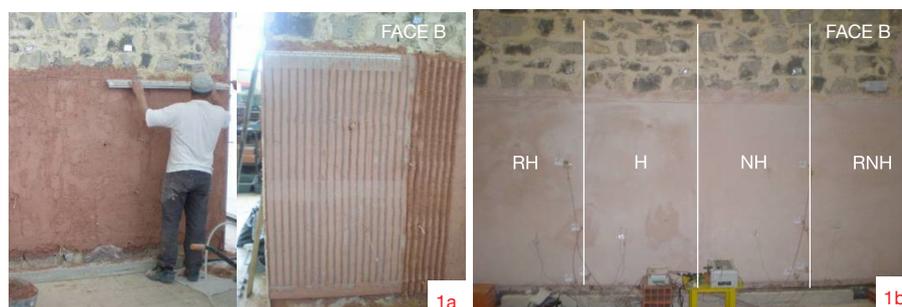
Quadro 2 | Formulação das camadas de revestimento

Camada de revestimento	Formulação
al	Cal aérea tradicional
f1	Cal em pasta; adição pozolânica; mistura de areia de granulometria fina e média (1+3)
f1h	Cal em pasta com hidrófugo; adição pozolânica; mistura de areia de granulometria fina e média (1+3)
f7	Cal em pasta; adição pozolânica e outros aditivos; pó de tijolo; areia de granulometria média

Ensaio de dissolução-cristalização de sais

Após três meses de cura foi desenvolvida a campanha experimental, em laboratório em ambiente não condicionado, para simular a ação severa da água. Em cada ciclo a absorção durante 2 meses, através da imersão parcial da alvenaria em solução salina (concentração de 27 g/l NaCl similar à água do mar (Auger, 1990)) com uma lâmina líquida constante de 10 cm de altura, foi seguida de 6 meses de secagem.

No final de cada ciclo foram efetuadas observações visuais da degradação na superfície exterior do reboco. Após o 2.º ciclo as amostras retiradas a 0,30 m de altura do reboco foram observadas ao MEV.



1 | Alvenaria – face B.
a. Execução dos revestimentos (esquerda).
b. Aparência final dos revestimentos (direita).

Estudo de caso

QUADRO 3 | Avaliação após 0, 30 e 120 dias na fase de secagem (1.º e 2.º ciclos) – superfície exterior

DIAS	LADO A – REFERÊNCIA	LADO B – SISTEMAS DE REVESTIMENTO				
	AL	RH	H	NH	RNH	
SECAGEM 1.º CICLO						
0						
	++ .	+ .	+ .	++ .	++ .	
30						
	+++ ...	++ .	+++ ..	+++ ...	+++ ...	
120						
	+++ ...	++ .	++ ..	++ ...	++ ...	
SECAGEM 2.º CICLO						
0						
	+++ ...	++ ..	++ ..	+++ ...	+++ ...	
30						
	++++	++ ..	+++ ..	++++ ...	++++ ...	
120						
	++++	++ ..	+++ ...	++++	++++	

NOTAÇÃO USADA:

Quantidade de eflorescências: (-) sem; (+) quase sem; (++) algumas; (+++) significativas; (++++) muitas.

Severidade da degradação: (•) pouca – alguma perda de coesão; (••) moderada – perda de coesão; (•••) intensa – delaminação; (••••) severa – pulverulência e delaminação generalizada; (•••••) muito severa – pulverulência generalizada e descolamento.

Resultados e discussão

Observação visual

No quadro 3 é avaliada a degradação e a quantidade de eflorescências salinas na superfície exterior, durante os 2 ciclos de secagem aos 0, 30 e 120 dias.

O hidrófugo em RH e H reduziu a degradação. No entanto, é importante assinalar que a solução com hidrófugo só é aceitável devido à existência dos rasgos ventilados, que impedem a acumulação dos sais no suporte de alvenaria. O “emboço ventilado” RH com rasgos verticais apresentou a menor degradação e não se verificou o destacamento do reboco.

Com base nestas observações, RH (com rasgos verticais e hidrófugo) foi selecionado para observações ao MEV, optando-se por o comparar com H (sem rasgos verticais e com hidrófugo).

Observações ao microscópio eletrónico de varrimento (MEV) – revestimentos RH e H

Em algumas zonas da superfície exterior observa-se a presença de cristais e a falta de coesão do ligante (fig. 2).

Entre 3 e 5 mm da superfície exterior os cristais preenchem os poros da pasta do ligante (fig. 3). A 5 mm da superfície verifica-se a perda de coesão do ligante.

Na interface entre o reboco e o emboço a pasta está bem carbonatada (fig. 4).

Conclusões

No final dos ensaios a degradação da superfície exterior de RNH, NH e H é superior à observada no “emboço ventilado” (RH).

O emboço com pó de tijolo (f7) está bem aderente ao substrato e permite a acumulação de sais no seu interior.

Em RH o hidrófugo preveniu o transporte da solução salina para a superfície e a redução da degradação devido à cristalização.

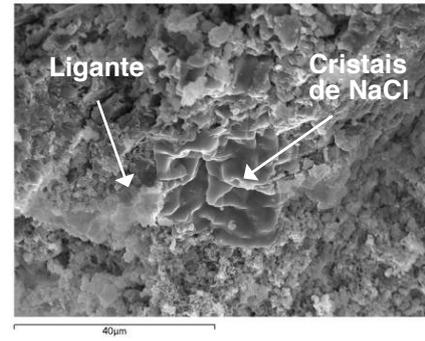
O envelhecimento acelerado simulou corretamente a ação severa da água permitindo a avaliação da durabilidade e eficácia do “emboço ventilado” (RH).

Agradecimentos

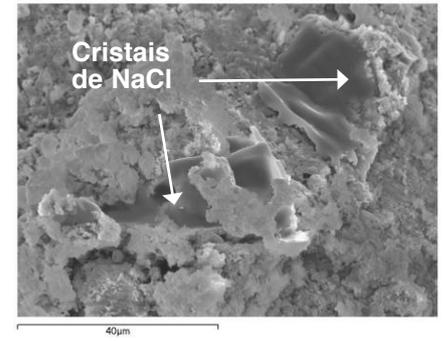
Os autores agradecem o apoio da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), no âmbito da bolsa de Pós-Doutoramento da autora Ana Fragata com a referência SFRH/BPD/101517/2014, e da empresa Fradical, Lda para a elaboração do presente estudo.

Reboco – Superfície exterior

RH



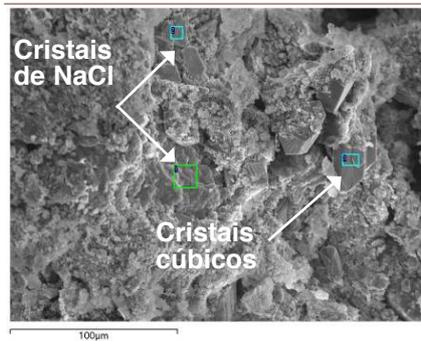
H



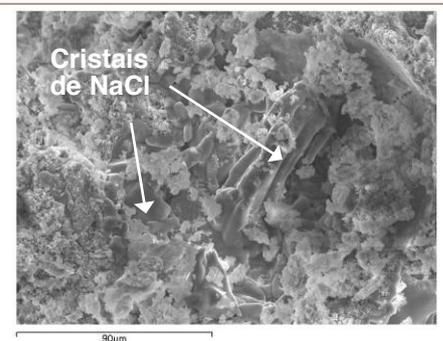
2 | Observação ao MEV dos cristais de NaCl: RH – dispersos nos poros da pasta (esquerda); H – localizados nos poros da pasta (direita).

Camada exterior – 3 a 5 mm da superfície

RH



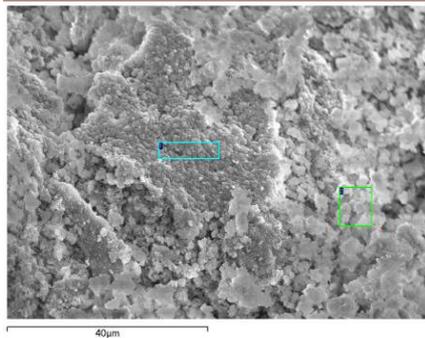
H



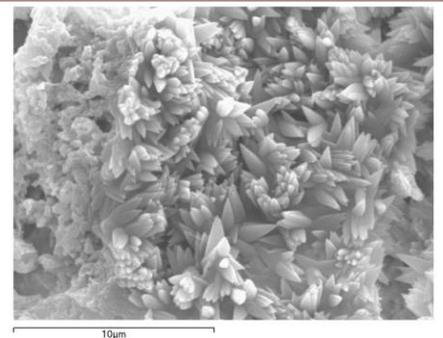
3 | Observação ao MEV: RH – cristais de NaCl e carbonatos dispersos no ligante (esquerda); H – cristais de NaCl dispersos no ligante (direita).

Interface entre reboco e emboço

RH



H



4 | Observação ao MEV: RH – pasta rica em cristais de carbonatos (esquerda); H – menor carbonatação, os cristais de carbonatos parecem flores (direita).

BIBLIOGRAFIA

Auger, F. (1990). World limestone decay under marine spray conditions. The conservation of monuments in the Mediterranean Basin: the influence of coastal environment and salt spray on limestone and marble. *I International Symposium*, Bari.

Fragata, A.; Velosa, A. L.; Veiga, M. R. (2010). Salt crystallization in substitution renders for historical constructions. *Historic Mortars Conference & RILEM TC 203-RHM repair Mortars for Historic Constructions Final workshop*, Praga.

Van Hees, R. (2012). Repair mortars for historic masonry. From problem to intervention: a decision process. *RILEM TC 203-RHM: Repair mortars for historic masonry. Materials and structures*, 45, p. 1295-1302.

Veiga, M. R.; Velosa, A. L.; Magalhães, A. C. (2009). Experimental applications of mortars with pozzolanic

additions: Characterization and performance evaluation. *Construction and Building Materials*, 23, 1, p. 318-327.

Fragata, A.; Veiga, M. R.; Velosa, A. (2016). Substitution ventilated render systems for historic masonry: Salt crystallization tests evaluation. *Construction and Building Materials*, 102, p. 592-600.

Fragata, A. (2013). *Revestimentos Compatíveis para Alvenarias Antigas sujeitas à ação severa da água*. Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Matias, Luís; Magalhães, Ana; Pina dos Santos, C. A.; Veiga, M. R. (2010). *Estudo de avaliação do estado higrotérmico de uma parede de alvenaria de pedra utilizando sondas miniaturas termohigrométricas e um humidímetro*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil (I&D EDIFÍCIOS, NRI Report 138/2010).