

28_30

PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS ARGAMASSAS DE TERRA — COMPORTAMENTO HIGROTÉRMICO FUNÇÃO DA GRANULOMETRIA DA AREIA

Tânia Santos¹, Vítor Silva², Paulina Faria³

Dep. Eng. Civil, Universidade Nova de Lisboa

¹tr.santos@campus.fct.unl.pt, ²vmd.silva@fct.unl.pt, ³paulina.faria@fct.unl.pt

O trabalho experimental que se apresenta teve como objetivo o estudo das propriedades higrotérmicas de argamassas de terra, através do estudo da sua condutibilidade térmica, permeabilidade ao vapor de água e capacidade higroscópica. Formularam-se diversas argamassas com base numa mesma terra argilosa destorroada, proveniente do barrocal algarvio, com diferentes misturas de areias siliciosas. Compararam-se com duas argamassas pré-doseadas produzidas com terra da mesma região produzidas com equipamento de laboratório e de obra.

Os resultados obtidos com as diversas argamassas são apresentados e discutidos, salientando-se, particularmente, os bons resultados apresentados em relação à higroscopicidade das argamassas estudadas. Essa capacidade deve-se às características da argila, que constitui o aglutinante das argamassas, e aparenta não ser muito influenciada pela granulometria das areias utilizadas, nem pela existência de baixa percentagem de fibras.

Destaca-se a elevada capacidade de adsorção de vapor de água, que pode contribuir para o equilíbrio dos ambientes interiores e, consequentemente, para a mitigação dos problemas de saúde associados a estados limites de humidade.

É possível considerar argamassas com este tipo de terra como potencialmente

adequadas para contribuírem para a regulação higrométrica dos espaços interiores, nomeadamente na reabilitação de edifícios existentes.

O conforto dos habitantes dos edifícios, bem como a qualidade do ar interior, constituem parâmetros importantes na seleção dos materiais de construção para utilização no interior dos edifícios. A terra é um material de construção natural com baixo impacto ambiental e propriedades higroscópicas [1]. Devido ao facto de a energia necessária para extrair, transformar e produzir produtos de construção à base de terra ser extremamente baixa, quando comparada com outros produtos, o seu ciclo de vida é caracterizado por um reduzido impacto ambiental e energético [2]. A argila da terra tem a capacidade de absorver e libertar humidade em maior quantidade do que qualquer outro material de construção [3]. Tal facto permite que as argamassas de terra possam contribuir para o equilíbrio do ambiente dos espaços interiores de um edifício [3,4].

MATERIAIS, ARGAMASSAS E PROVETES

Neste estudo apresenta-se o comportamento higrotérmico de várias argamassas de terra. Em quatro argamassas variou-se a granulometria e proporção da areia utilizada e, num dos

casos, adicionaram-se fibras de palha de aveia. Foram utilizados dois tipos de areia siliciosa: uma areia fina (FS) e uma areia grossa (CS). O traço volumétrico base destas argamassas é de 1:3 (terra argilosa: areia). A argila da terra é o único aglutinante utilizado, mantendo a sua quantidade e tipo em todas as argamassas. A terra utilizada é proveniente do barrocal algarvio e apresenta características íliticas [4]. As duas argamassas pré-doseadas, P0 e P, fornecidas pela empresa EMBARRO, são compostas por terra argilosa da mesma região, areia fina e fibras.

Para a produção das argamassas introduziu-se a quantidade de terra e agregado na cuba do misturador e adicionou-se a quantidade de água definida, de acordo com a DIN 18947. A quantidade de água foi definida para obter argamassas trabalháveis, mantendo-se entre argamassas - exceto no caso da argamassa CS30_FS45+F5, em que foi adicionada uma quantidade superior de água porque, na fase inicial de amassadura, parecia ser necessário. Apenas a argamassa P0 foi produzida com um berbequim elétrico com haste helicoidal [4]. A Tabela 1 apresenta a constituição de cada argamassa estudada. Com cada argamassa foram realizados 3 provetes circulares de 90 mm de diâmetro e 20 mm de altura. Todos os provetes de todas as argamassas foram deixados secar e colocados em condições controladas de $20 \pm 3^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de HR.

MÉTODOS DE ENSAIO, RESULTADOS E DISCUSSÃO

As argamassas foram caracterizadas no estado fresco em termos de consistência por espalhamento, com base na EN 1015-3 (Tabela 2), e foi avaliado o seu comportamento higrotérmico. A condutibilidade térmica λ avaliou-se com o equipamento ISOMET 2104 (Heat Transfer Analyser) e respetiva sonda de superfície API 210412 com 60 mm de diâmetro [4]. Foram realizadas três medições em cada um dos três provetes de cada argamassa, espaçadas entre si de algum intervalo de tempo, sendo os resultados apresentados na Tabela 2. As argamassas em estudo apresentam valores entre 0,91 e 1,01 W/(m.K), exceto no caso da argamassa CS45_FS30 e da argamassa CS30_FS45+F5, que apresentam valores entre 0,72 e 0,78 W/(m.K).

> Tabela 1: Designação e composição, em volume, das argamassas em estudo.

Designação	Tipo, Constituintes secos	Água (% vol. total)
P0	Pré-doseada com equip. de obra (com fibras e areia fina)	20
P1	Pré-doseada com equip. de lab. (com fibras e areia fina)	20
FS	25% argila, 75% areia fina	20
CS45_FS30	25% argila, 45% areia grossa, 30% areia fina	20
CS30_FS45	25% argila, 30% areia grossa, 45% areia fina	20
CS30_FS45+F5	25% argila, 30% areia grossa, 45% areia fina, com 5% fibras (vol. total)	25

> Tabela 2: Consistência por espalhamento, condutibilidade térmica, factor de resistência à difusão de vapor de água e espessura da camada de ar de difusão de vapor de água equivalente de cada argamassa.

		Argamassa					
		P0	P1	FS	CS45_FS30	CS30_FS45	CS30_FS45+F5
Esp. [mm]	Média	182,30	161,50	168,00	168,00	167,50	192,50
	Desvio-padrão	2,50	0,71	2,83	0,00	0,71	0,71
λ [W/(m.K)]	Média	0,91	1,01	0,94	0,72	0,98	0,78
	Desvio-padrão	0,04	0,07	0,13	0,13	0,03	0,11
μ [-]	Média	8,00	6,97	6,30	7,34	7,66	7,13
	Desvio-padrão	0,30	0,31	0,74	0,37	0,30	0,13
Sd [m]	Média	0,16	0,14	0,13	0,15	0,15	0,14
	Desvio-padrão	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00



Solução inovadora com vista a melhorar a proteção contra a ação do fogo em estruturas de aço

Aplicação facilitada: menos espessura de revestimento - menos tempo de secagem

Resistência ao fogo comprovada

Nanotecnologia de base aquosa

Desenvolvido por



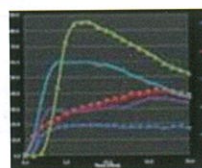
Um projeto Europeu Tipologia FP7



Processo de formulação e desenvolvimento de uma tinta comercial certificada



Sistema de aplicação com facilidade de acessos e com sistema de secagem melhorado



Resultados integrados e respeito à marcação CE do revestimento e da execução da estrutura metálica EN 13381 e EN 1090 respetivamente



Divulgação, promoção e formação da nova solução

Dependendo da massa volúmica aparente, o λ das argamassas de terra pode variar bastante entre 0,17 e 1,1 W/(m.K) [3]. Os valores obtidos enquadram-se nesta gama, não atingindo os valores mais elevados. As argamassas analisadas apresentam valores próximos do valor definido pelo ITE 50 [5], 0,80 W/(m.K), de λ para argamassas de rebocos de cal e areia com massa volúmica de 1,60 kg/dm³.

A permeabilidade ao vapor de água foi determinada com base nas normas DIN 18947, EN ISO 12572, NPEN 1015-19 e EN 15803, através do método da tina húmida. O conjunto cápsula-provete foi colocado numa câmara climática a 23°C e 40% de HR, registando-se a massa do conjunto de 24 em 24 horas até se atingir um regime estacionário. Determinou-se o fator de resistência à difusão de vapor de água (μ) mas também a espessura da camada de ar de difusão de vapor de água equivalente (Sd) [Tabela 2].

A argamassa P0 apresenta um μ mais elevado; por outro lado a argamassa P e a argamassa FS apresentam os valores mais baixos, sendo assim as mais permeáveis ao vapor. Comparando com a gama recomendada por Veiga et al. [6] para rebocos interiores verifica-se que todas as argamassas se encontram relativamente perto do limite de 0,10 m de Sd definido. Para diferentes tijolos de terra e utilizando o mesmo ensaio, Cagnon et al. [1] obteve valores de μ entre 3 e 7. Todas as argamassas estão perto deste limite superior.

O ensaio de higroscopicidade foi realizado com base na DIN 18947, mas tendo sido utilizados os provetes circulares. Os provetes foram impermeabilizados na face inferior e em toda a área lateral com película aderente de polietileno, ficando apenas exposta a face superior. Os provetes foram colocados na câmara climática até massa constante a 20±2°C e 50±5% de HR. A HR no interior da câmara foi alterada para 80%. Os provetes foram pesados numa balança de precisão de 0,001g após 0h, 0,5h, 1h, 3h, 6h e 12h e foi determinada a curva de adsorção de vapor de água (Figura 1). Os provetes foram então mantidos a 20±2°C e 80±5% de HR até às 36 h. A câmara climática foi colocada a 50% de HR e realizaram-se pesagens após os mesmos intervalos de tempo, para determinação da curva de desadsorção (Figura 1).

Salienta-se a adsorção da argamassa P, seguida pela argamassa FS. As restantes argamassas apresentam adsorções muito semelhantes, salientando-se a argamassa P0 um pouco pela negativa. No entanto, ressalta-se o facto de todas as argamassas apresentarem adsorção de cerca de 110-175 g/m² ao fim de 36 h a 80% de HR, o que pode revelar-se muito interessante. Relativamente à desadsorção, a argamassa CS45_FS30 apresenta uma curva menos regular comparativamente às curvas obtidas pelas restantes argamassas, o que pode ser devido ao facto de os provetes desta argamassa apresentarem alguma microfissuração, não visível nas restantes argamassas. A

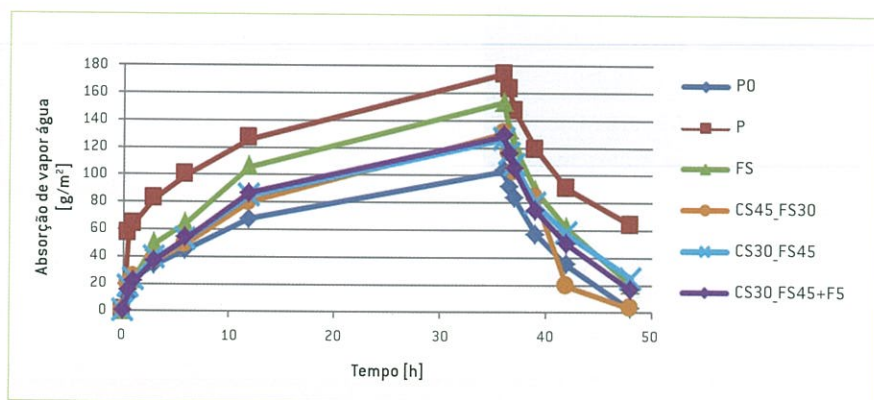
tendência apresentada pelas argamassas na fase de desadsorção é semelhante à tendência da fase de adsorção, o que pode salientar-se como muito positivo.

CONCLUSÕES

As argamassas de terra apresentaram muito boa trabalhabilidade; estas argamassas apresentaram valores semelhantes de condutibilidade térmica aos tabelados para argamassas de reboco de cal aérea [5], melhorando apenas com incorporação de fibras naturais; quanto à permeabilidade ao vapor, constata-se que as argamassas não ultrapassam muito o limite definido para rebocos interiores [6] de edifícios antigos; verifica-se que a capacidade higroscópica das argamassas é muito elevada, tanto na adsorção como na desadsorção. Constata-se particularmente que estas características são pouco influenciadas pela granulometria e proporção das várias frações granulométricas utilizadas e até pela existência de pequena percentagem de fibras vegetais. Considera-se, assim, que o tipo de argila é preponderante e fundamental para o comportamento higrométrico das argamassas de terra. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] Cagnon, H. et al. Hygrothermal properties of earth bricks, *Energy and Buildings* 8, 2014, p. 208-217.
- [2] Mellà, P. et al. Environmental impacts of natural and conventional building materials: a case study on earth plasters, *Journal of Cleaner Production* 80, 2014, p. 179-186.
- [3] Rohlen, U.; Ziegert, C. *Earth building practice*, Berlin: Bauwerk, 2011.
- [4] Santos, T. *Argamassas de terra para rebocos interiores: Ensaio de caracterização e influência da formulação*. Dissertação de Mestrado, FCT-UNL, 2014.
- [5] Pina dos Santos, C. A.; Matias, L. *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente de edifícios*, ITE 50. Lisboa: LNEC, 2006.
- [6] Veiga, R. et al. Lime-based mortars: viability for use as substitution renders in historical buildings. *Int. J. Architectural Heritage* 4, 2010, p. 177-195.



> 1

> Figura 1: Curvas obtidas no ensaio de higroscopicidade.