INTERFACE ARGAMASSA-SUPORTE: ANÁLISE DAS CARACTERISTICAS FISICAS

Tema: Desempenho de sistemas de Revestimento.

Grupo[1]: 1

DORA SILVEIRA[1], ISABEL TORRES[2], INÊS FLORES-COLEN[3], RAFAEL TRAVINCAS[4], GINA MATIAS[5]

[1] Investigadora PosDoc, ITeCons, dora.silveira@itecons.uc.pt
[2] Profª. Drª, DECivil, Universidade Coimbra / ADAI – LAETA / ITeCons, itorres@dec.uc.pt
[3] Profª. Drª, CERIS, DECivil, IST, Universidade de Lisboa, ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt
[4] Estudante de Doutoramento, DECivil, Universidade Coimbra, rafaeltravincas@gmail.com
[5] Doutora, ITeCons, ginamatias@itecons.uc.pt

RESUMO

Após a aplicação da argamassa nos suportes forma-se uma interface, com interações que se vão modificando devido à cinética de hidratação e absorção do substrato. O presente estudo faz parte do projeto IF MORTAR, que visa analisar a influência das propriedades dos suportes nas propriedades das argamassas aplicadas. Foram caracterizadas diversas argamassas seguindo a normalização, estas argamassas foram aplicadas em diversos suportes e após destaque desses suportes foram novamente ensaiadas. As propriedades de ambas as argamassas foram comparadas para se analisar a influência de cada suporte em cada tipo de argamassa.

Palavras-chave: argamassas, influência do suporte, interface, características físicas.

SUPPORT-MORTAR INTERFACE: ANALYSIS OF PHYSICAL CHARACTERISTICS

ABSTRACT

After the application of the mortar in the support an interface is formed, with interactions that are modified due to hydration kinetics and substrate absorption. The present study is part of the IF MORTAR project, which aims to analyse the influence of supports' properties on applied mortars' properties. Several mortars were characterized following standardization, these mortars were applied in several supports and after their detach were again tested. The properties of both mortars were compared to analyze the influence of each support in each type of mortar.

Key-words: mortars, support influence, interface, physical characteristics.

[1] **Grupo 1:** Oriundos de teses, dissertações e relatórios finais de projetos de pesquisa; ou **Grupo 2:** oriundos de disciplinas de pós graduação, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCC), pesquisas aplicadas e outros.

1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos de paredes mais usados continuam a ser as argamassas de revestimento, quer sejam à base de cal ou cimento, tradicionais ou pré-doseadas. O estudo de desempenho destas argamassas é realizado sobre provetes produzidos em laboratório, com dimensões, condições de cura e ensaio normalizadas. No entanto, quando as argamassas são aplicadas sobre suportes reais, o seu comportamento final não é exatamente o mesmo. [1] Após a aplicação da argamassa no suporte forma-se uma interface, e as interações que ocorrem após o seu contato com o substrato vão-se modificando ao longo do tempo devido à cinética de hidratação e à absorção do substrato[2,3]. O comportamento da argamassa é assim influenciado pelas características do suporte e da interface que se vai criar entre estes dois materiais[1]. Vários autores têm-se debruçado sobre o estudo da interface argamassa-suporte e dos fatores que influenciam a aderência entre estes dois elementos [4,5,6]. No entanto, no que diz respeito à investigação sobre a alteração das características das argamassas após aplicação nos suportes, ainda são escassos os trabalhos de investigação. O presente estudo faz parte de uma investigação no âmbito do projeto IF MORTAR, em que se pretende analisar a influência das propriedades dos suportes nas características das argamassas, para se prever, de forma mais rigorosa, o comportamento das argamassas após aplicação.

2. CAMPANHAS EXPERIMENTAIS

2.1. Objetivos

As campanhas experimentais desenvolvidas [7,8,9,10,11] tiveram como principal objetivo estudar a influência das características dos suportes e condições de aplicação nas características das argamassas de revestimento. Para tal, foram considerados diferentes tipos de suporte e de argamassas. Adotaram-se também distintas condições de aplicação, em termos de preparação prévia do suporte, número de camadas e espessura da argamassa. Num dos trabalhos, os ensaios foram realizados após cura corrente e também após envelhecimento acelerado [9].

2.2. Materiais

Nos trabalhos desenvolvidos procurou-se escolher suportes e argamassas correntemente usados na construção em Portugal e com diversidade de características. Os materiais selecionados e as respetivas condições de preparação e aplicação são os indicados na Tabela 1. Relativamente aos suportes, o betão (em placas) e o tijolo cerâmico furado foram usados em todos os trabalhos. A chapa acrílica, utilizada num dos trabalhos (C3), foi escolhida por ser um material pouco absorvente, facilitando assim a análise da influência da capacidade de absorção do suporte nas características da argamassa. Quanto às argamassas, optou-se, em todos os trabalhos, pela argamassa de cimento (traço em volume 1:3 para C3; 1:4 para os restantes trabalhos), tendo sido selecionada também uma outra argamassa (ou duas, no caso

ISSN 1984-8757

de C3). As outras argamassas escolhidas foram: argamassa de cal hidráulica (traço 1:3, em volume) e argamassa pré-doseada (de cal aérea e de cimento).

Tabela 1 – Materiais e condições de aplicação

			Campanhas experimentais			
			C1[7]	C2[8]	C3[9,10]	C4[11]
Suporte	Tipo	Betão	X	X	X	X
		Tijolo furado	X	X	X	X
		Chapa acrílica			X	
	Preparação	Sem tratamento prévio		X	X	
		Humedecimento prévio	X	X	X	X
		Imersão prévia em água		X		
		Aplicação de chapisco				X
Argamassa	Tipo	Cimento (tradicional)	X	X	X	X
		Cal hidráulica (tradicional)				X
		Cal aérea (pré-doseada)			X	
		Cimento (pré-doseada)	X	X	X	
	Camadas e espessura	1 camada	X	X	X	X
		2 camadas	X			
		3 camadas	X			
		Espessura total (cm)	1,5 / 3	2	1,5	1,5
	Condições de cura	Cura corrente	X [a]	X [b]	X [b]	X [b]
		Envelhecimento acelerado			X	

[a] Durante 7 dias, em saco de polietileno selado, em sala a 25°C e 65% HR; durante os restantes dias até à primeira data de ensaio, em sala a 25°C e 65% HR (ensaios aos 28 e 60 dias para as argamassas endurecidas nos moldes; ensaios aos 28, 60 e 90 dias para as argamassas endurecidas nos suportes).
[b] Durante 7 dias, em saco de polietileno selado, em sala a 20°C e 65% HR; durante os restantes dias até à primeira data de ensaio, em sala a 20°C e 65% HR (ensaios aos 28, 60 e 90 dias).

2.3. Preparação dos provetes

Procedeu-se à preparação das argamassas e execução de provetes prismáticos (40x40x160) mm^3 e cilíndricos (1,5 cm de espessura e 10 cm de diâmetro), de acordo com a normalização aplicável, para a caracterização inicial das argamassas. Em seguida, as argamassas foram aplicadas nos diferentes suportes (Tabela 1). Em alguns trabalhos (C2, C3 e C4), foi colocada uma rede (plástica ou de fibra de vidro) entre o suporte e a argamassa, para facilitar o posterior destacamento da argamassa. Nos trabalhos C2, C3 e C4, as argamassas foram aplicadas com uma camada com espessura de 1,5 cm ou 2 cm. No trabalho C1, as argamassas tradicionais foram aplicadas com uma, duas ou três camadas, com espessura total de 3 cm, e a argamassa pré-doseada de cimento foi aplicada com duas espessuras distintas (1,5 cm e 3 cm). Todos os trabalhos adotaram condições de cura corrente, e o trabalho C3 considerou, adicionalmente, condições de cura com envelhecimento acelerado (de acordo com EN 1015-21[12]). Após o tempo de cura, em alguns modelos selecionados, as argamassas foram destacadas do suporte, cortando-se os provetes para posterior caracterização.

2.4. Ensaios de caracterização física

Nas campanhas experimentais desenvolvidas foram realizados ensaios de caracterização física dos suportes e das argamassas. As características avaliadas nos trabalhos referidos encontram-se indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características físicas avaliadas e respetivas normas ou recomendações de ensaio

Materiais		Caracterização	Normas / recomendações	Campanhas experimentais			
				C1[7]	C2[8]	C3[9,10]	C4[11]
Suporte		Massa volúmica aparente	NP EN 1936[13]			X	
		Porosidade aberta	NP EN 1936[13]			X	
		Absorção de água por capilaridade	ISO 15148[14], EN 772-11[15]		X	X	
		Permeabilidade ao vapor de água	EN ISO 12572[16]			X	
Argamassa	Endurecida nos moldes	Massa volúmica aparente	NP EN 1936[13], EN 1015-10 [17]	X	X	X	X
		Porosidade aberta	NP EN 1936[13]			X	X
		Absorção de água por capilaridade	ISO 15148[14], EN 1015-18 [18], EN 15801[19]	X	X	X	X
		Índice de secagem	Recomendação RILEM [20]			X	X
		Permeabilidade ao vapor de água	EN 1015-19[21]			X	X
	Endurecida no suporte (não destacada)	Permeabilidade à água líquida	Ficha de Ensaio FE Pa 39.1 do LNEC[22]	X	X	X	
	Endurecida no suporte e destacada	Massa volúmica aparente	NP EN 1936 [13]			X	X
		Porosidade aberta	NP EN 1936 [13], Recomendação RILEM [23]		X	X	X
		Absorção de água por capilaridade	ISO 15148[14], EN 1015-18 [18], EN 15801 [19]		X	X	X
		Índice de secagem	Recomendação RILEM [20]			X	X
		Permeabilidade ao vapor de água	EN 1015-19 [21]			X	X

2.5. Resultados

2.5.1. Caracterização dos suportes

Nos trabalhos C2 e C3 foi feita a caracterização inicial dos suportes. Verificou-se que o tijolo apresenta uma porosidade aberta (valor médio: 19,1%) cerca de 50% maior que o betão (valor médio: 12,6%) e uma massa volúmica aparente (valor médio: 2026 kg/m^3) cerca de 10% menor que o betão (valor médio: 2247 kg/m^3). A massa volúmica e a porosidade aberta do acrílico são significativamente inferiores às dos outros materiais (cerca de 45% e 98% inferiores, respetivamente). Observou-se, ainda, que a absorção de água por capilaridade e a permeabilidade ao vapor de água dos suportes estão diretamente relacionadas com a porosidade, sendo tanto maiores quanto maior é este parâmetro.

2.5.2. Caracterização das argamassas endurecidas nos moldes

A caracterização das argamassas endurecidas nos moldes foi feita em todos os trabalhos. As argamassas tradicionais (de cimento ou cal hidráulica) apresentam valores médios de massa volúmica aparente que variam entre 1807 kg/m^3 e 1919 kg/m^3, sendo estes valores 23% superiores (em média) aos das argamassas pré-doseadas (de cimento ou cal área), que variam entre 1376 kg/m^3 e 1586 kg/m^3. A porosidade aberta (ε) é maior para a argamassa pré-doseada de cal aérea ($\varepsilon_{média}$ = 30%), seguida da tradicional de cal hidráulica ($\varepsilon_{média}$ = 24%), pré-doseada de cimento ($\varepsilon_{média}$ = 23%) e tradicional de cimento ($\varepsilon_{média}$ = 20%). No que diz respeito à absorção de água por capilaridade, as argamassas pré-doseadas de cimento apresentam os menores valores (valores médios entre 0,05 kg/(m^{2}s^{0,5}) e 0,12 kg/(m^{2}s^{0,5}), seguidos das argamassas tradicionais de cimento (valores médios entre 0,28 kg/(m^{2}s^{0,5}) e 1,21 kg/(m^{2}s^{0,5})). A argamassa pré-doseada de cal aérea e a argamassa tradicional de cal hidráulica apresentam os maiores valores de absorção de água (valores médios entre 0,48 kg/(m^{2}s^{0,5}) e 1,9 kg/(m^{2}s^{0,5})), ainda que, para a argamassa pré-doseada de cal aérea, este valor seja mais baixo que o habitual para argamassas tradicionais deste tipo, o que poderá indicar a presença de hidrófugos na sua composição. O melhor comportamento das argamassas pré-doseadas de cimento deverá também justificar-se pelo uso de hidrófugos. Verificou-se ainda uma relação direta da permeabilidade ao vapor de água (δ) com a porosidade aberta, sendo esta maior para as argamassas de cal ($\delta_{média}$ = 1,74 x10^{-11} kg/(msPa)), seguidas da argamassa pré-doseada de cimento ($\delta_{média}$ = 1,36 x10^{-11} kg/(msPa)) e, por fim, da argamassa tradicional de cimento ($\delta_{média}$ = 0,78 x10^{-11} kg/(msPa)).

2.5.3. Comparação das argamassas endurecidas nos suportes com as argamassas endurecidas nos moldes

i) Porosidade aberta e massa volúmica - nos trabalhos C3 e C4, verificou-se que a aplicação das argamassas nos suportes leva a uma redução (de 2% a 56%) da sua porosidade aberta e também a um ligeiro aumento (até 6%) da massa volúmica aparente. De facto, quando em contacto com um substrato poroso, as argamassas no estado fresco são sujeitas a uma sucção da água de amassadura, que transporta consigo partículas finas da argamassa [10]. A redução da quantidade de água e a pressão nas paredes dos poros provoca uma diminuição da porosidade aberta e, consequentemente, um aumento da massa volúmica em estado endurecido. Constatou-se que esta alteração tende a ser maior para as argamassas de cal – com reduções da porosidade aberta entre 19% e 56% – e menor para as argamassas de cimento – com reduções entre 2% e 29%. Observou-se ainda que quanto maior é a capacidade de absorção de água do suporte, maior será a diminuição da porosidade aberta da argamassa. Assim, as argamassas aplicadas no suporte de tijolo registaram geralmente a maior diminuição de porosidade (reduções de 21% a 56%), ou seja, ficaram mais compactas após aplicação. Para as argamassas pré-doseadas de cimento, no entanto, não se observou uma tendência tão clara.

ii) Coeficiente de absorção de água e permeabilidade à água líquida - nos trabalhos C2, C3 e C4, verificou-se que a absorção de água por capilaridade da argamassa diminui quando esta é aplicada no suporte (na maioria dos casos, reduções de 65% a 90%), sendo que esta diminuição é mais significativa para os suportes mais porosos. Este comportamento é consistente com a tendência verificada para a porosidade aberta. Esta tendência, no entanto, não se verificou para a argamassa pré-doseada de cimento estudada em C3, muito possivelmente devido à presença de hidrófugos na sua composição. Nos trabalhos C1, C2 e C3, fez-se também o ensaio de permeabilidade à água líquida sobre as argamassas endurecidas nos suportes (não destacadas), tendo-se observado uma tendência semelhante à verificada para o coeficiente de absorção de água – isto é, a permeabilidade à água líquida das argamassas aplicadas no suporte de tijolo, mais poroso, é inferior (cerca de 65% a 82%) à das argamassas aplicadas no betão.

iii) Permeabilidade ao vapor de água - no trabalho C3, para a argamassa tradicional de cimento, verificou-se um aumento (de 7% a 20%) da permeabilidade ao vapor de água após aplicação nos suportes. No caso da argamassa pré-doseada de cimento, a permeabilidade subiu 4% e 16% para os suportes de acrílico e betão, respetivamente, e desceu 11% para o suporte de tijolo. Já a argamassa pré-doseada de cal aérea viu a sua permeabilidade diminuir (de 10% a 21%) para todos os suportes. No trabalho C4, observou-se também um aumento (de 10% a 25%) da permeabilidade ao vapor de água da argamassa tradicional de cimento após aplicação nos suportes. Por sua vez, a permeabilidade da argamassa tradicional de cal hidráulica diminuiu (cerca de 10%) após aplicação no suporte de tijolo e aumentou (cerca de 14%) no suporte de betão.

2.5.4. Influência das condições de aplicação e de cura nas características das argamassas

i) Condições de preparação do suporte - para as argamassas de cimento, verificou-se, nos trabalhos C2 e C3, uma tendência de diminuição (de 4% a 55%) da sua capacidade de absorção de água (avaliada através dos ensaios de permeabilidade à água líquida e de absorção de água por capilaridade, respetivamente) quando se passa de uma condição sem humedecimento prévio para uma condição com humedecimento prévio. Isto deverá ser explicado pelo facto de a condição sem humedecimento prévio permitir uma sucção muito rápida da água da argamassa provocando a sua dessecação e, provavelmente, alguma microfissuração, o que favorece a penetração de água. A imersão do suporte em água, feita em C2, ao saturar os poros, reduz significativamente a sucção, o que leva a um aumento da capacidade de absorção de água da argamassa relativamente à condição de humedecimento prévio (chegando a valores três vezes superiores no caso da argamassa tradicional de cimento aplicada em tijolo). Importa referir que para a argamassa pré-doseada de cimento estudada em C2 e para a argamassa pré-doseada de cal aérea estudada em C3 não se verificaram tendências claras na variação dos resultados, o que deverá estar relacionado com a presença de hidrófugos e retentores de água nas suas composições. No que diz respeito à aplicação prévia de chapisco,

feita em C4, não se observaram grandes alterações do comportamento da argamassa tradicional de cimento relativamente à condição com humedecimento prévio. No caso da argamassa tradicional de cal hidráulica, os suportes com chapisco levaram a uma maior diminuição na porosidade (reduções de 23% a 32%).

ii) Número de camadas e espessura das argamassas - no trabalho C1, verificou-se que a influência do número de camadas da argamassa tradicional de cimento é bastante significativa para o suporte de tijolo, enquanto que para o suporte de betão este fator é quase irrelevante. De facto, para as argamassas aplicadas no suporte de tijolo, observou-se um decréscimo acentuado da permeabilidade à água líquida quando se passa da solução com uma camada para a solução com duas ou três camadas (redução de 83% e 74%, respetivamente). Isto pode ser explicado pela maior dificuldade na passagem de água pelas interfaces das várias camadas. No trabalho C1, verificou-se ainda que a influência da espessura da argamassa pré-doseada de cimento é pouco relevante para o suporte de tijolo, enquanto que, para o suporte de betão, se observa uma permeabilidade à água líquida 79% superior para a argamassa de maior espessura. Isto poderá estar relacionado com a menor sucção exercida pelo suporte de betão, que se torna especialmente ineficaz para camadas de maior espessura.

iii) Condições de cura - no trabalho C3, para os modelos sem preparação prévia do suporte, adotaram-se condições de cura corrente e envelhecimento acelerado. Na argamassa tradicional de cimento ocorreu, com o envelhecimento, um aumento muito ligeiro da massa volúmica e uma diminuição de 3% a 14% da porosidade aberta. Na argamassa pré-doseada de cal aérea verificou-se uma diminuição muito pequena na massa volúmica e um aumento significativo (de 15% a 73%) na porosidade. Já para a argamassa pré-doseada de cimento, não se observou uma tendência definida. Quanto ao coeficiente de absorção de água, as alterações foram consistentes com o verificado para a porosidade aberta. Observou-se também que, no geral, o envelhecimento reduz a permeabilidade ao vapor de água das argamassas (reduções até 33%). No trabalho C1, avaliou-se o comportamento das argamassas aplicadas nos suportes aos 28, 60 e 90 dias. No trabalho C2, este estudo foi feito aos 28 e 90 dias. No geral, em ambos os trabalhos, observou-se, com o passar do tempo, uma tendência para o aumento da permeabilidade à água líquida das argamassas aplicadas, que poderá estar relacionada com o surgimento de microfissuração por retração.

3. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas campanhas experimentais anteriores permitiram confirmar que, de facto, as propriedades dos suportes e as condições de aplicação influenciam as características das argamassas de revestimento aplicadas. Concluiu-se que a aplicação das argamassas nos suportes leva à alteração da sua estrutura porosa, com redução da porosidade aberta e, consequentemente, da capacidade de absorção de água, sendo que, quanto maior é a capacidade de absorção de água do suporte, maior será a sua influência no desempenho da

argamassa. Verificou-se, também, que a de preparação do suporte com humedecimento prévio conduz aos melhores resultados em termos de comportamento das argamassas no estado endurecido, face à água líquida. Os resultados demonstraram que o número de camadas, para a argamassa tradicional de cimento e o suporte de tijolo, tem um efeito significativo na capacidade de absorção de água, devendo optar-se por uma solução multicamada; por outro lado, a espessura da argamassa pré-doseada de cimento é relevante para o suporte de betão, não se devendo optar por grandes espessuras. Também que, as argamassas pré-doseadas (especialmente as de cimento) tendem a apresentar alterações de comportamento diferente devido à provável presença de hidrófugos na sua composição.

4. AGRADECIMENTOS

Estudo enquadrado no projeto IF MORTAR (POCI-01-0145-FEDER-032223), inserido no programa Portugal 2020, financiado pelo FEDER através do programa POCI.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MOROPOULOU, A., BAKOLAS, A., BISBIKOU, K. Physico-chemical adhesion and cohesion bonds in joint mortars imparting durability to the historic structures. **Construction and Building Materials**, v. 14, n. 1, p. 35-46, feb. 2000.

2. NICOT, P. **Interactions mortier-support: éléments déterminants des performances et de l'adhérence d'un mortier.** 2008. Tese (Doutoramento em Engenharia Civil) – Université de Toulouse, Toulouse, 2008.

3. COSTA, E. B. C.; JOHN, V. M. Aderência substrato-matriz cimentícia – estado da arte. *In:* **IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS**, Belo Horizonte: GT Argamassas, 2011.

4. PALMER, L. A.; PARSONS, D. A. A study of the properties of mortars and bricks and their relation to bond. **Bureau of Standards Journal of Research**, v. 12, n. 5, p. 609-644, may 1934.

5. AGUIAR, J. B.; CRUZ, M. D. A study of the adhesion between hydraulic mortars and concrete. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v. 12, n. 11, p. 1243-1251, 1998.

6. CARVALHO, A. N. **Evaluation of the adhesion of mortar coatings: A contribution to the identification of the mechanical adhesion system.** 2005. Tese (Doutoramento em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

7. GONÇALVES, A. **Estudo da influência dos factores de aplicação no desempenho de argamassas de revestimento recorrendo a técnicas de ensaio in-situ.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2010.

8. ARROMBA, J. **Influência do suporte no desempenho de rebocos aplicados em suportes de tijolo e betão recorrendo a técnicas de ensaio in-situ.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2011.

9. TORRES, I. **Influência da absorção do suporte na argamassa de revestimento.** 2014. Relatório (Pós-doutoramento em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2014.

10. TORRES, I.; VEIGA, R.; FREITAS, V. Influence of substrate characteristics on behavior of applied mortar. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 30, n. 10, oct. 2018.

11. TORRES, I.; MATIAS, G.; PAULO, D. Influência da presença de chapisco nas características das argamassas aplicadas. *In:* **3º SIMPÓSIO DE ARGAMASSAS E SOLUÇÕES TÉRMICAS DE REVESTIMENTO**, Coimbra: ITeCons, 2018.

12. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 1015-21**: Methods of test for mortar for masonry - Part 21: Determination of the compatibility of one-coat rendering mortars with substrates. Bruxelas, 2002.

13. INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE (IPQ). **NP EN 1936**: Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação das massas volúmicas real e aparente e das porosidades total e aberta. Caparica, 2008.

14. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 15148:** Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of water absorption coefficient by partial immersion. Geneva, 2002.

15. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 772-11**: Methods of test for masonry units. Determination of water absorption of aggregate concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units. Bruxelas, 2000.

16. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN ISO 12572**: Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of water vapor transmission properties. Bruxelas, 2001.

17. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 1015-10**: Methods of test for mortar for masonry - Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar. Bruxelas, 1999.

18. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 1015-18**: Methods of test for mortar for masonry - Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar. Bruxelas, 2002.

19. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 15801**: Conservation of cultural property. Test methods. Determination of water absorption by capillarity. Bruxelas, 2009.

20. RILEM TC 25-PEM. Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods – test II.5 Evaporation curve. **Materials and Structures**, v. 13, n. 75, p. 205-207, may 1980.

21. COMITE EUROPEEN DE NORMALISATION (CEN). **EN 1015-19**: Methods of test for mortar for masonry - Part 19: Determination of water vapour permeability of hardened rendering and plastering mortars. Bruxelas, 1998.

22. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (LNEC). **Ficha de ensaio FE Pa 39.1**: Revestimentos de paredes. Ensaio de absorção de água sob baixa pressão. Lisboa, 2002.

23. RILEM TC 25-PEM. Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. **Materials and Structures**, v. 13, n. 75, p. 175-253, may 1980.