ESTUDO EXPERIMENTAL DA INTERFACE ARGAMASSA-SUPORTE

Tema: Desempenho de sistemas de revestimento

ISABEL TORRES[1,2], INÊS FLORES COLEN[3]

[1]Profª. Drª, University of Coimbra, CERIS, Department of Civil Engineering, Coimbra, Portugal, itorres@dec.uc.pt
[2]Itecons, Coimbra, Portugal
[3] Profª. Drª, CERIS; Department of Civil Engineering, Architecture and Georesources, Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

O presente artigo pretende apresentar os resultados obtidos no projeto de investigação IF MORTAR, que visou analisar a influência das propriedades dos suportes no desempenho das argamassas aplicadas e que decorreu entre 2019 e 2022. Este projeto foi desenvolvido no âmbito de uma estreita colaboração entre o Itecons e o IST. As tarefas mais importantes desenvolvidas foram a caracterização laboratorial de diversas argamassas, de acordo com a normalização, a caracterização das mesmas argamassas após aplicação e destaque de diversos suportes e a comparação das propriedades obtidas nas duas situações afim de se analisar a influência de cada suporte em cada tipo de argamassa.

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

EXPERIMENTAL STUDY OF THE MORTAR-SUPPORT INTERFACE

ABSTRACT

This paper intends to present the results obtained in the research project IF MORTAR, which aimed to analyze the influence of the properties of the supports on the performance of the applied mortars and which took place between 2019 and 2022. This project was developed within the scope of a close collaboration between Itecons and the IST. The most important tasks carried out were the laboratory characterization of different mortars, according to standardization, the characterization of the same mortars after application and detachment of different supports and the comparison of the properties obtained in the two situations in order to analyze the influence of each support on each type of mortar.

Key-words: mortars, influence of the supports, interface, physical characteristics.

1. INTRODUÇÃO

A execução de revestimentos de paredes com rebocos à base de argamassas envolve a aplicação das mesmas, ainda no estado fluido, sobre um suporte, para que possa existir uma adequada aderência entre os dois elementos construtivos. Imediatamente após a aplicação da argamassa inicia-se a formação de uma interface e as interações entre ambas as superfícies (argamassa e suporte), ainda com as argamassas no seu estado plástico, vão decorrer ao longo do tempo, devido à cinética de hidratação e à absorção do substrato. Existem já muitos estudos sobre a análise da influência das características dos materiais (suporte e argamassa) na aderência, mas não foi esse o objetivo neste projeto, embora possa haver alguma relação.

Na formação dos sistemas cimentícios multifásicos (como é o caso) podemos dizer que se observa a formação de uma zona de transição em que estão envolvidos dois tipos de mecanismos: aderência química e aderência mecânica (1). A aderência mecânica pode ser definida como "a capacidade da argamassa penetrar no suporte através da porosidade e da rugosidade do mesmo"(2) e é dependente das características superficiais do suporte. De facto, se estivermos perante superfícies lisas e sem poros o que se verifica é uma aderência essencialmente química pois não se verifica qualquer penetração da argamassa no suporte. Por outro lado, se o suporte tiver porosidade aberta ou rugosidade que permitam essa penetração poderemos ter aderência mecânica. Na aderência argamassa-alvenaria, a componente mecânica tem sido considerada o principal mecanismo de aderência (3) e pode ser descrita como um sistema complexo envolvendo o transporte de fluidos e de finos para zona de transição, a que se segue a hidratação dos materiais cimentícios. Quando se dá o contacto da argamassa, no seu estado plástico, com o suporte poroso, parte da água de amassadura contendo dissolvidos componentes do aglomerante é absorvida pelo suporte e penetra nos seus poros e/ou rugosidades. Já no interior dos poros do suporte vão ocorrer os fenómenos de hidratação do cimento/cal.

A argamassa ao entrar em contacto com o suporte vai sofrer alterações nas suas propriedades devido à sucção do suporte e aos mecanismos responsáveis pela sua aderência. Quais serão essas alteração e quais serão os parâmetros que mais irão influenciar? Foi a procura de uma resposta a esta pergunta que se pretendeu explorar no projeto IF_MORTAR, cujos resultados principais obtidos são apresentados neste artigo.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1. Introdução

Afim de poder cumprir o principal objetivo desta investigação, que foi analisar a influência das características do suporte nas propriedades da argamassa sobre ele aplicada, foram levadas a cabo diversas campanhas experimentais, ao longo de todo o período de duração do projeto, que serão resumidamente descritas nos itens seguintes.

Nas campanhas realizadas foram utilizados diversos tipos de suportes e diversos tipos de argamassas. Como suportes foram utilizados tijolos cerâmicos vazados, tijolos maciços, blocos de betão corrente, blocos de betão leve, placas de betão e pedra calcária. As argamassas selecionadas foram argamassa de cal aérea tradicional com traço 1:2 em volume, argamassa de cal aérea pré-doseada, argamassa de cal hidráulica tradicional com traço 1:3 em volume, argamassa de cal hidráulica pré-doseada, argamassa de cimento tradicional com traço 1:4 em volume e argamassa de cimento pré-doseada.

2.2. Metodologia seguida

Todas as campanhas desenvolvidas se iniciaram com a caracterização completa dos suportes e das argamassas moldadas em provetes laboratoriais. Após essa caracterização procedeu-se à aplicação de uma camada de 1,5 cm de argamassa nos diferentes tipos de suportes. Afim de facilitar o posterior destaque desta camada de argamassa foi introduzida uma rede de fibra de vidro entre a camada de argamassa e o suporte.

Nos suportes de pedra natural e tijolo maciço foram aplicadas as argamassas de cal aérea. A argamassa de cal hidráulica tradicional foi aplicada nos suportes de tijolo cerâmico vazado, tijolo maciço, placa de betão, pedra natural e bloco de betão leve. Quanto à argamassa de cal hidráulica pré-doseada, procedeu-se à sua aplicação nos suportes de tijolo cerâmico vazado, tijolo maciço, placa de betão, bloco de betão e bloco de betão leve. A argamassa de cimento tradicional foi aplicada nos suportes de tijolo cerâmico vazado, tijolo maciço, placa de betão, pedra natural e bloco de betão leve e a argamassa de cimento pré-doseada aplicou-se nos suportes de tijolo cerâmico vazado, tijolo maciço, placa de betão, bloco de betão e bloco de betão leve.

Pretendeu-se também analisar a influência das condições de cura/exposição na alteração das propriedades das argamassas e, para isso, os provetes analisados foram submetidos a diferentes condições de cura/exposição: cura “normal” de acordo com a norma EN 1015-11: 2019; cura “normal” seguida de envelhecimento acelerado, de acordo com a EN 1015-21:2002; cura “normal” seguida de exposição prolongada em ambiente exterior; cura “normal” seguida de exposição prolongada em ambiente laboratorial.

2.3. Ensaios realizados

Decorridos os períodos de cura de 28 dias para as argamassas de cimento e de cal hidráulica natural e de 90 dias para as argamassas de cal aérea, as argamassas aplicadas foram destacadas dos suportes e foram cortadas de acordo com as medidas adequadas para cada tipo de ensaio, nomeadamente com 40x40x15mm para a determinação da massa volúmica aparente, porosidade aberta, absorção de água por capilaridade, índice de secagem, resistência à compressão e cilindros com 100x15 mm para a permeabilidade ao vapor de água. Todos os ensaios foram executados de acordo com a normalização aplicável, com algumas

adaptações para o caso das argamassas aplicadas devido às limitações derivadas da espessura da camada de 1,5 cm.

2.4. Campanhas realizadas

Com as primeiras campanhas realizadas pretendeu-se validar a metodologia selecionada de introdução de uma rede de fibra de vidro entre a argamassa e o suporte. Para isso foram aplicadas diversas argamassas sobre diversos suportes, sendo que em metade deles se introduziu a rede de fibra de vidro e na outra metade não se introduziu rede. A comparação dos resultados obtidos em ambas as situações permitiu concluir que a influência da presença da rede não era significativa, validando deste modo o procedimento experimental.

Nestas campanhas além de se validar a metodologia fizeram-se também as primeiras comparações entre as argamassas moldadas nos moldes laboratoriais e as argamassas aplicadas e destacadas dos suportes. Na primeira campanha analisou-se uma argamassa de cimento e uma argamassa de cal hidráulica formuladas em laboratório e aplicadas em suportes de tijolo cerâmico furado, placa de betão, bloco betão leve. Na segunda campanha analisou-se uma argamassa de cal hidráulica tradicional e uma argamassa de cal aérea pré-doseada aplicadas em suporte de tijolo maciço e pedra calcária.

Nas campanhas que se seguiram foi sempre introduzida a rede de fibra de vidro para facilitar o destacamento. A exceção foram as argamassas de cal aérea pois estas facilmente se destacaram dos suportes sem a introdução da rede.

Tendo como objetivo analisar a influência da granulometria do agregado, foram levadas a cabo duas campanhas com argamassas de cal aérea e argamassas de cal hidráulica, ambas formuladas em laboratório e aplicadas sobre tijolo maciço e pedra calcária. De cada um dos tipos de argamassa (de cal aérea e de cal hidráulica) foram formuladas duas outras com características diferentes, incorporando agregados com granulometrias diferentes: uma areia com uma granulometria “mais extensa”, ou seja, grãos inferiores aos 4mm e outra areia mais fina, com grãos com dimensões inferiores a 0,5mm (obtida a partir da primeira, por separação dos grãos de menores dimensões).

Com a finalidade de analisar a influência do tipo de ligante foram levadas a cabo duas campanhas com o mesmo tipo de suportes, mas com argamassas pré-doseadas de dois tipos. Os suportes escolhidos foram tijolo furado, placa de betão, bloco betão leve, tijolo maciço, bloco betão e as argamassas pré-doseadas foram argamassa de cimento e argamassa de cal hidráulica.

Analisou-se ainda a influência do tipo de cura das argamassas. Em algumas das campanhas, já referidas, foi possível comparar a cura “normal” em laboratório de acordo com a norma EN 1015-11: 2019, o envelhecimento acelerado, de acordo com a EN 1015-21:2002, as curas prolongadas em ambiente exterior e em ambiente laboratorial.

3. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Logo nas primeiras campanhas foi possível observar algumas características comuns na influência dos suportes nas propriedades das argamassas. De facto, o que genericamente se verificou foi a absorção de parte da água de amassadura das argamssas pelo suporte, provocando uma diminuição de água na argamassa e, por consequência, a diminuição da sua porosidade aberta. Verificou-se também que, genericamente a massa volúmica aumentou pois, as argamassas ficaram em geral mais compactas após aplicação. O comportamento observado para a absorção de água está de acordo com o verificado para a porosidade aberta. A absorção de água diminuiu com a diminuição da porosidade. Quanto ao comportamento mecânico verificou-se que a aplicação nos suportes provocou a aumento da resistência à compressão. Este comportamento está acordo com os anteriores resultados, diminuição da porosidade aberta, aumento de resistência mecânica. Apenas nas argamassas aplicadas sobre blocos de betão leve é que o comportamento final foi ligeiramente diferente, provavelmente devido a uma porosimetria muito particular deste tipo de material.

Esta influência na porosidade aberta, que se refletiu nas outras propriedades, foi mais notória para as argamassas aplicadas sobre suportes com porosidades abertas mais elevadas.

Quanto ao tipo de agregado observou-se que a utilização de agregados mais finos, conduziu a resultados “menos esperados”. Para a porosidade aberta e absorção por capilaridade verificou-se ligeiro aumento para as argamassas de cal aérea, e uma diminuição para as de cal hidráulica e o contrário para a massa volúmica. Para as argamassas de cal hidráulica ocorreu o contrário, como era o mais expectável. O comportamento menos esperado das argamassas de cal aérea está relacionado com a sua porosimetria, como foi confirmado pelas curvas de distribuição de poros obtidas no porosimetro de mercúrio.

Quanto ao tipo de cura/exposição das argamassas de cal hidráulica aplicadas nos suportes, a porosidade aberta diminuiu e a massa volúmica aparente aumentou após o envelhecimento acelerado para todos os suportes e argamassas. As argamassas de cal hidráulica com areia fina tornaram-se menos permeáveis à água líquida, e, inversamente, as argamassas de cal hidráulica tornaram-se mais permeáveis à água após o envelhecimento acelerado. Em todas as situações, a absorção de água por capilaridade foi menor nas argamassas aplicadas sobre o suportes com maior porosidade aberta, com dimensão de poros maiores e com maior absorção de água por capilaridade, tal como aconteceu no processo de cura corrente.

Quanto à diferença de comportamento entre argamassas com diferentes tipos de ligantes (argamassas de cimento e de cal hidráulica) podemos referir que apesar das diferenças registadas, a ordem de grandeza dos resultados obtidos para cada tipo de argamassa é semelhante, quer para a massa volúmica aparente, quer para a porosidade aberta. No que diz respeito à absorção de água por capilaridade registaram-se diferenças de comportamentos. Valores inferiores para a argamassa de cal hidráulica. As diferenças registadas entre os dois tipos de argamassa poderão estar associadas, sobretudo, à sua composição (utilização de

hidrófugos e/ou fibras na argamassa de cal hidráulica) à qual, por serem produtos pré-doseados em fábrica, não tivemos completo.

4. CONCLUSÕES

O projeto IF_MORTAR desenvolvido com a finalidade de analisar a influência das características dos suportes e de outros fatores nas propriedades das argamassas em serviço foi desenvolvido durante três anos e meio e permitiu analisar diversos tipos de suportes e diversos tipos de argamasas. Com as campanhas levadas a cabo foi possível concluir que as caracteristicas dos suportes influenciam de forma diversa o desempenho das argamassas, mas existem "tendências comuns".

Após aplicação nos suportes, as características das argamassas sofrem alterações diversas. Para todos os parâmetros estudados, os resultados obtidos para as argamassas endurecidas nos suportes foram diferentes dos resultados obtidos para as argamassas em moldes laboratoriais. As alterações verificadas dependem do tipo de suporte, do tipo de argamassa, das condições do suporte, das condições de cura e da granulometria do agregado.

Genericamente, verificou-se uma diminuição da porosidade aberta e um aumento da massa volúmica, como era expectável. Quanto à absorção de água por capilaridade observou-se uma diminuição deste parâmetro. Finalmente, o comportamento mecânico foi também afetado, tendo-se observado, um aumento, o que está em linha com o observado para os parâmetros referidos anteriormente.

AGRADECIMENTOS

Os autores o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia através financiamento UIDB/04625/2020 da unidade de pesquisa CERIS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.

2. PIERRE, M. N. - "**Interactions mortier-support : éléments déterminants des performances et de : l'adhérence d'un mortier**", Thèse en vue de l'obtention du Doctorat de L'Université de Toulouse, Toulouse, 2008

3. CARVALHO Jr, A.N. – "**Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico**", Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002