

CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÕES EM TAIPA NO BARLAVENTO ALGARVIO

Luís Pedro Mateus *
Eng.º Civil,
Mestrando em Construção
IST, Portugal
luispedro_mateus@net.sapo.pt
966 260 979

Maria do Rosário Veiga
Investigadora Principal
LNEC
Portugal
rveiga@lneec.pt
218 443 668

Jorge de Brito
Prof. Associado
DECivil
IST, Portugal
jb@civil.ist.utl.pt
218 419 709

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios

Palavras-Chave: Revestimentos, Caracterização, Taipa.

RESUMO

A presente comunicação apresenta uma análise elaborada com o objectivo central de caracterizar os revestimentos exteriores à base de cal de construções em taipa no Barlavento Algarvio.

O estudo centra-se na procura de referências úteis ao processo de reabilitação ou reparação de revestimentos de construções antigas em taipa, onde se registam anomalias associadas à interacção entre o suporte de taipa e o revestimento tradicional, em resultado das suas características intrínsecas e das variações de comportamento entre o material de suporte (terra compactada) e o material suportado (revestimento).

Nessa medida, faz-se referência à metodologia de caracterização de revestimentos e de suportes em taipa sobre amostras com origem em cinco construções distintas no Barlavento Algarvio, enquadradas num âmbito construtivo bem definido.

A campanha de ensaios que serve de base à interpretação dos resultados apresentados é fundamentalmente de cariz laboratorial. A caracterização das amostras baseia-se em ensaios físicos de de capilaridade e secagem - ensaios de índole laboratorial. De forma complementar, foram realizados ensaios expeditos *in situ* sobre paramentos expostos de revestimento e suporte em taipa, que não são apresentados neste trabalho.

O estudo mobiliza-se em torno da caracterização dos revestimentos, tendo-se justificado o alargamento da campanha de caracterização ao suporte de terra na estrita medida em que permite uma melhor compreensão dos fenómenos de degradação dos revestimentos a ele associados.

1. Introdução

Esta comunicação teve por base o levantamento e recolha de amostras de suporte em taipa e revestimentos exteriores à base de cal existentes em construções tradicionais no Barlavento algarvio. Dessa fase preliminar resultou um conjunto de lotes de amostras de revestimentos exteriores e de suporte em taipa, com vista à sua caracterização física e mecânica em laboratório. No âmbito da dissertação de Mestrado em Construção do primeiro autor no Instituto Superior Técnico, foram realizados ensaios de caracterização, em colaboração estreita com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, permitindo estabelecer considerações de análise que visam a compreensão dos fenómenos de degradação dos revestimentos.

2. Identificação, âmbito e objectivos do projecto

A caracterização do edificado tradicional nacional, na sua vertente construtiva, arquitectónica e social, representa um passo necessário à definição de estratégias de preservação da identidade de soluções tradicionais.

As construções em terra assumem, na história da construção nacional, um papel particularmente relevante quando enquadradas num cenário particular ao nível social, económico, geográfico, que

criou as condições propícias à sua expansão, com especial relevância na zona Sul do país e, nomeadamente, nas regiões do Alentejo e Algarve.

A caracterização de revestimentos tipificados de construções em taipa implica, em certa medida, a caracterização do suporte, pelas repercussões que este tem no comportamento do revestimento. Um suporte em taipa pode possuir características de composição e comportamento variáveis, sobretudo em função dos materiais e técnicas construtivas empregues. Interessa, pois, detectar e compreender as relações entre o desempenho dos revestimentos exteriores e as características do suporte em taipa.

O objectivo central do processo de caracterização dos revestimentos é a compreensão dos fenómenos naturais de degradação e saber em que medida estão associados à caracterização do suporte. Em resultado dessa análise, procuram-se indícios sobre a adequabilidade, ou não, da aplicação de determinadas composições de revestimento, aplicáveis quer em cenários de reabilitação de revestimentos quer em aplicações previstas em construção nova.

A selecção das amostras recolhidas para a investigação desenvolvida com vista à caracterização física e mecânica de revestimentos das construções em taipa cumpriu os seguintes critérios:

1. Tipo de suporte: taipa;
2. Tipo de revestimento: revestimento exterior;
3. Zona geográfica: Barlavento algarvio;
4. Tipologia construtiva: habitação corrente, de 1 ou 2 pisos acima do nível do solo;
5. Época de construção: período compreendido entre 1850 e 1950.

Respeitando o âmbito das construções alvo, foram seleccionadas 5 construções (Fig. 1), distribuídas regularmente no espaço geográfico em análise, com as seguintes designações (em referência directa à sua localização no Barlavento algarvio):

1. Sesmarias;
2. Arão;
3. Montes de Cima;
4. Pincho;
5. Porches.

3. Metodologia de investigação

A metodologia aplicada à obtenção de resultados de caracterização e análise física de revestimentos englobou as seguintes fases principais:

1. Levantamento de campo
 - Selecção de construções e recolha metódica de amostras de revestimento e suporte de terra nas cinco construções em análise.
2. Fase laboratorial (realizada no LNEC)
 - Execução de campanha de ensaios para a caracterização física e mecânica dos revestimentos recolhidos (recolha de um conjunto de cerca de 30 amostras válidas) englobando os seguintes ensaios de caracterização principais:
 - capilaridade (absorção de água) e secagem;
 - resistência à compressão.

Os ensaios de compressão estenderam-se, nos mesmos moldes, ao suporte em terra.

3. Campanha de ensaios *in situ* (ensaios complementares de execução expedita)
 - Execução de campanha de ensaios expeditos para a caracterização dos revestimentos e suporte de taipa (não apresentados neste trabalho):
 - ensaios de arrancamento de uma hélice sobre o suporte de taipa e ensaios de queda de pêndulo de Schmidt sobre os revestimentos.
4. Análise de resultados e extracção de conclusões.

4. Campanha de ensaios

4.1. Ensaio de laboratório e ensaios *in situ*

A campanha de ensaios realizada em laboratório - no Laboratório Nacional de Engenharia Civil - englobou duas fases principais:

1. Ensaio de capilaridade (absorção capilar) e secagem posterior - aplicados a amostras de revestimentos;
2. Ensaio de compressão sobre provetes - aplicados a amostras de revestimentos e de taipa.

Tratando-se de amostras com forma irregular e facilmente desagregáveis, não são aplicáveis os métodos de ensaio normalizados, que exigem provetes de formas bem definidas e com alguma coesão; assim, usaram-se métodos de ensaio que têm vindo a ser desenvolvidos para revestimentos antigos, no LNEC, no âmbito de projectos de investigação em curso [1, 2, 3].

4.2. Absorção capilar e secagem - Revestimentos

A primeira etapa visou estabelecer padrões de resposta ao contacto com a água, simulando um cenário natural de exposição à chuva. Permitted estabelecer o nível e ritmo de absorção de água de um revestimento aplicado, assim como correlacioná-los com o ritmo de secagem. Esta análise tem especial relevância dada a elevada susceptibilidade à água dos suportes em terra compactada. Permitted ainda avaliar o tempo esperado de retenção de água na espessura do revestimento após incidência de águas pluviais e em que medida isso poderá afectar a integridade do suporte em terra.

A técnica utilizada foi a descrita em [1] e é ilustrada na fig. 2.

Foram efectuadas pesagens de provetes na fase de absorção e posterior secagem, em condições de temperatura e humidade constantes, para um universo de 15 provetes - 3 por cada construção seleccionada.

Os resultados obtidos encontram-se traduzidos nos gráficos de absorção capilar e secagem (Fig. 3). Os valores síntese de coeficiente de capilaridade por contacto constam do Quadro 1.

4.3. Ensaio de compressão - Revestimentos e taipa

Esta etapa visou estabelecer relações de comparação directa entre a capacidade resistente dos revestimentos existentes nas construções seleccionadas e a capacidade resistente da taipa que lhes serviu de suporte.

Interessa, do ponto de vista da análise da durabilidade e comportamento dos revestimentos, aferir qual a relação entre as características mecânicas dos vários elementos principais que constituem a parede, assim como os padrões eventualmente detectados nessa caracterização. Nesse sentido, o estudo incidiu na determinação da resistência à compressão, aplicável aos revestimentos e à taipa.

Foram realizados ensaios à compressão sobre 3 provetes de revestimento para cada construção seleccionada e ainda sobre 3 provetes de taipa para as mesmas 5 construções.

A Fig. 4 ilustra o processo de ensaio adoptado.

Os resultados obtidos encontram-se em quadro síntese (Quadro 2).

4.3. Ensaio *in situ*

Os ensaios realizados *in situ* [4,5] nas construções seleccionadas pretenderam corroborar os ensaios de compressão realizados em laboratório, permitindo comparar, por um lado, os métodos de ensaio e, por outro, o comportamento dos materiais isolados.

O material que compõe o suporte em taipa é muito permeável, de granulometria predominantemente fina, incluindo solo de natureza argilosa, o qual é muito susceptível à acção da água, pelo que o insucesso associado a processos de extracção mecânica de amostras é muito frequente. Nessa medida, existem claros obstáculos a uma caracterização rigorosa do material terra através de ensaios laboratoriais normalizados.

O ensaio de arrancamento de uma hélice permite o estabelecimento de relações de comparação entre a força de arrancamento necessária à extracção da hélice e a resistência mecânica do suporte em terra.

O ensaio de impacto do pêndulo (“martelo”) de “Schmidt” oferece, de igual modo, uma relação comparativa entre as resistências mecânicas dos revestimentos aplicados, através da medição da sua dureza superficial.

Os valores de dureza superficial de revestimentos e as forças de tracção necessárias ao arrancamento de uma hélice não são apresentados neste trabalho por se encontrarem ainda por completar. No entanto, até ao momento, ambos os ensaios têm revelado coerência com os resultados de compressão obtidos em laboratório.

5. Análise dos resultados

Da análise dos resultados obtidos na 1ª etapa de caracterização física de revestimentos - por via de ensaios de absorção capilar seguida de secagem, há a sublinhar o seguinte:

1. Dada a elevada friabilidade dos diversos revestimentos, faz sentido a determinação de Cc_5 ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$) – Coeficiente de Capilaridade por contacto aos 5 minutos – registando a taxa de absorção de água no período inicial de 5 minutos de provetes mantidos apenas em contacto com a água (e não parcialmente imerso, como nos métodos normalizados de ensaio de capilaridade). Constata-se que nesse período ocorre, invariavelmente, a maior taxa de absorção de água, significando uma elevada capilaridade dos revestimentos testados;
2. A observação dos gráficos de absorção revela que se atinge a absorção total do revestimento num período reduzido (atingindo a saturação quase total antes dos 25 minutos. O restante processo de absorção até atingir a saturação total desenvolve-se a uma taxa de absorção muito baixa;
3. Exceptuando o revestimento de Montes de Cima, os revestimentos atingem massas de água absorvidas, após 24 horas, entre 2,40 e 4,00 kg/m^2 ; o revestimento de Montes de Cima permite uma absorção de água de cerca de 8,20 kg/m^2 . Este fenómeno encontra-se associado à sua maior espessura média e à sua porosimetria - maior densidade de capilares finos. A maior taxa de absorção dessas amostras ocorre nos 5 primeiros minutos de contacto com a água;
4. Na sua generalidade, os processos de secagem são bastante mais lentos que a absorção e bastante regulares ao longo do tempo. A principal fase de secagem ocorre ao longo de 2 dias, registando-se uma perda marginal entre o 2º e o 3º dia;
5. Exceptuando o caso do revestimento de Montes de Cima, ocorre uma taxa crescente de perda de massa de água nas primeiras 8 horas de secagem. O revestimento de Montes de Cima necessita de 24 horas para que a taxa de perda deixe de crescer.

Resulta, em qualquer dos casos, uma variação bastante significativa entre o período que decorre até à saturação do revestimento em toda a sua espessura e aquele que corresponde à total secagem de um revestimento previamente saturado.

Essa variação significa que ocorre, em cada um dos ciclos testados (molhagem e secagem), um período de retenção de águas na zona de interface entre o revestimento e o suporte em taipa. A absorção parcial de água pelo suporte em terra provoca um progressivo arrastamento de finos e o transporte de sais do suporte para o revestimento, conduzindo à progressiva adulteração das condições de aderência entre o revestimento e o suporte, promovendo ainda a degradação do revestimento pela acumulação de sais solúveis que cristalizam à superfície.

O efeito nefasto provocado pela presença de água acentua-se quando não é permitida a total secagem do revestimento, o que prolonga o período de permanência de água absorvida, afecta o suporte em terra e coloca em causa a estabilidade dos revestimentos exteriores.

Da análise dos resultados de resistência à compressão obtidos, aplicados aos revestimentos e ao material de suporte em taipa, há a sublinhar o seguinte:

1. Em qualquer dos cenários ocorre uma variação relevante na capacidade resistente entre o revestimento e o suporte em taipa, registando-se, invariavelmente, uma menor capacidade por parte do suporte em terra;
2. Os revestimentos exteriores apresentam valores de resistência à compressão bastante elevados. Esta propriedade gera tensões excessivas na interface com o suporte em taipa, em resultado de diferentes capacidades de deformação, promovendo o desligamento entre materiais e o destacamento frequente (e amplamente constatado) neste tipo de construção;
3. O andamento dos gráficos Força/tempo revela uma maior capacidade de deformação dos revestimentos, correspondendo a uma maior capacidade de rearranjo de partículas até ao seu total confinamento e posterior rotura. No caso dos suportes em taipa, é notória uma elevada capacidade de deformação inicial mas que rapidamente atinge o seu limite, culminando na rotura precoce dos provetes (1).

6. Conclusões

O ressurgimento da construção em taipa na actualidade tem origens várias, convergindo no reconhecimento de mais valias ao nível da identidade construtiva, enquanto tradição a manter, e ao nível do comportamento térmico e acústico que revela. No entanto, este tipo de construção revela igualmente algumas lacunas, nomeadamente no que respeita à sua sismo-resistência e à sua susceptibilidade à acção da água.

A campanha de ensaios que se desenvolveu visou constituir um contributo válido à questão da susceptibilidade à água destas construções, associada à melhor ou pior prestação dos revestimentos exteriores. Nessa medida, foram realizados ensaios de capilaridade e de secagem sobre amostras de revestimentos e ainda ensaios de compressão sobre as mesmas amostras dos revestimentos e sobre amostras dos respectivos suportes em taipa. O universo de construções ensaiado é limitado, restringido a 5 construções, de localização dispersa no Barlavento algarvio. A essa dispersão estão associadas variações na caracterização dos materiais de suporte e de revestimento, em particular nas distribuições granulométricas das misturas de terra que constituem os suportes aos revestimentos. Apesar de serem notórias essas variações, os ensaios realizados em laboratório revelam a existência de padrões de resposta comuns nas 5 construções testadas, quer na presença de água (e posterior secagem), quer na resistência à compressão dos materiais que constituem o sistema de parede exterior. Em particular, sublinham-se os seguintes:

1. Os processos de absorção de água são relativamente rápidos, revelando elevada susceptibilidade à água dos revestimentos ensaiados;
2. Os processos de secagem são mais lentos, significando maiores períodos de retenção de água na espessura do revestimento, promovendo a sua absorção pelo material de suporte – terra - e conduzindo à progressiva perda de compacidade e de coesão desse material;
3. A resistência à compressão dos revestimentos revela-se bastante superior à do material de suporte, tendendo a gerar tensões na interface que promovem o desligamento, fissuração e destacamento precoce dos revestimentos;

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de apoio à Investigação Dora Santos, Bento Sabala e Ana Maria Francisco, do Departamento de Edifícios do LNEC, a colaboração na realização dos ensaios laboratoriais.

Bibliografia

- [1] VEIGA, M. Rosário; MAGALHÃES, Ana; BOSILIKOV, Violeta (2004): “*Capillarity tests on Historic mortar samples extracted from site. Methodology and compared results*”. Comunicação apresentada à 13th International Masonry Conference, Amsterdam, July 2004. Proc. 0803/11/14824 (10 pág., 6 fig., 9 gráf., 4 quad.). COM 110.
- [2] MAGALHÃES, Ana Cristian; MORAGUES, Amparo; VEIGA, M. Rosário (2004): “*Application of some methods on evaluation of porous systems of wall renderings*”. VII Congreso Internacional de rehabilitación del patrimonio y edificación”, Lanzarote, Julho de 2004. NRI, Proc. 0803/11/14824 (4 pág., 4 fig., 13 gráf., 3 quad.). COM 109.
- [3] VALEK, Jan; VEIGA, M. Rosário (2005): “*Characterisation of mechanical properties of historic mortars*”. Actas de STREMAH 2005 – Ninth International Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture, 22 a 24 Junho de 2005, Malta.
- [4] RILEM TC 127 - MS (1997): “*Tests for Masonry Materials and Structures - Determination of pointing hardness by pendulum hammer and determination of mortar strength by the helix pull-out method*”, Vol. 30.
- [5] MAGALHÃES, Ana Cristian; COSTA, Dória; VEIGA, M. Rosário (2003): “*Diagnóstico de anomalias de revestimentos de paredes com técnicas de ensaio in situ. Avaliação da resistência mecânica.*”. Actas do 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, LNEC.

Notas

(1) Os resultados obtidos em ensaios à compressão com recurso a provetes, quando aplicados a amostras de terra compactada, podem, em alguns casos, não se revelar suficientemente representativos, na medida em que se torna difícil ensaiar um provete cuja distribuição granulométrica seja fiel à da mistura aplicada em volumes superiores. Por outro lado, os ensaios de resistência à compressão dos revestimentos podem ser influenciados pela argamassa de confinamento que foi necessário usar para definir uma base de aplicação da carga.

(2) Curriculum dos autores:

Luís Pedro Mateus*

Eng. Civil pelo Instituto Superior Técnico (IST); Mestrando em Construção no IST. Exerceu actividade profissional na área da Reabilitação de Construções Recentes e exerce actualmente actividade na área da Conservação e Restauro de Construções Antigas e Património Arquitectónico, no Grupo Gestip: STAP, S.A. e Monumenta, Lda.

Maria do Rosário Veiga

Eng.^a Civil pelo IST, Doutora em Eng.^a Civil pela FEUP, Investigadora Principal do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes do LNEC. Lecciona seminários em cursos de Mestrado em diversas Faculdades de Engenharia e Arquitectura do País, relacionados com Construção ou com Conservação do Património. É representante nacional em Comissões e Grupos de Trabalho internacionais, é autora ou co-autora de numerosas publicações científicas e técnicas.

Jorge de Brito

Eng. Civil, Mestre em Eng.^a de Estruturas e Doutorado em Eng.^a Civil, sempre pelo IST, onde é Professor Associado e exerce a sua actividade de docência e investigação, nomeadamente na área da construção em terra, onde tem diversos trabalhos publicados e orienta vários projectos de investigação.

CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÕES EM TAIPA NO BARLAVENTO ALGARVIO

Luís Pedro Mateus *

Maria do Rosário Veiga

Jorge de Brito

Figuras



1. Sesmarias



2. Arão



3. Montes de Cima



4. Pincho



5. Porches

Fig. 1 - Construções seleccionadas (Barlavento algarvio).



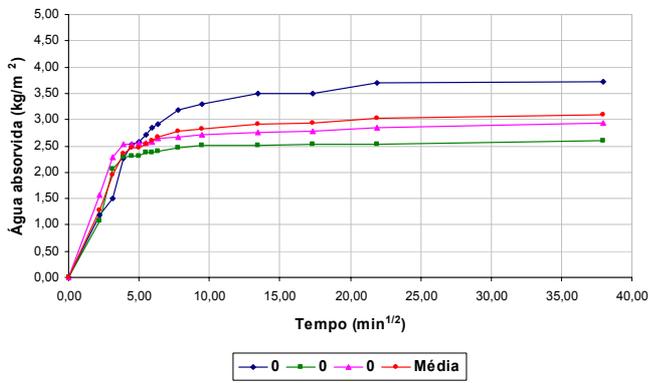
1. Amostras em tinas – processo de absorção de água



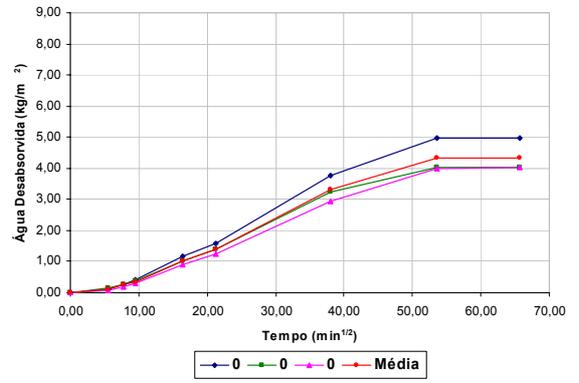
2. Pesagem durante o processo de absorção de água

Fig. 2 – Ensaio de absorção de água sobre amostras irregulares de revestimento.

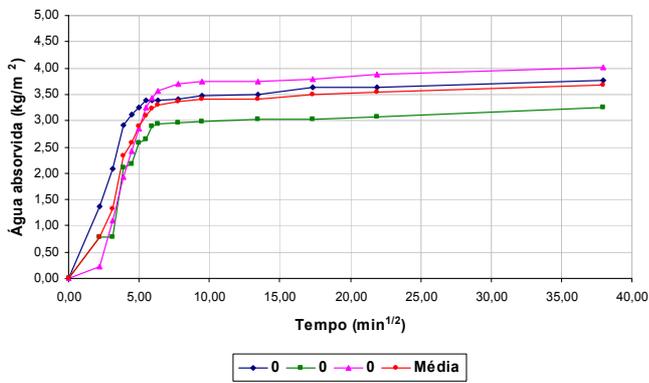
Absorção capilar - Sesmarias



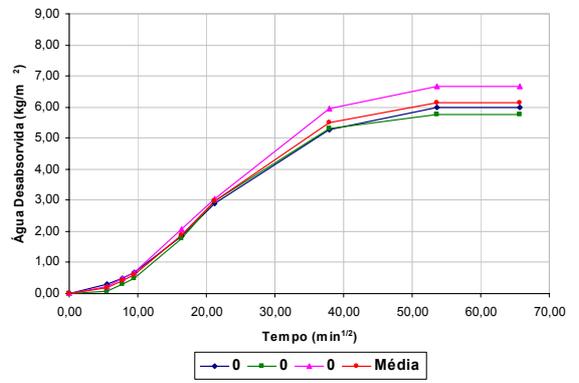
Secagem - Sesmarias



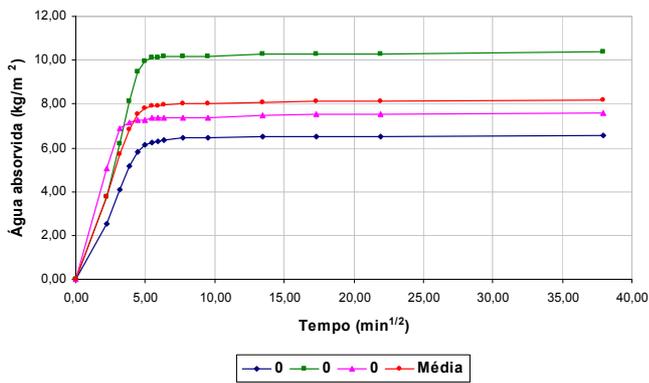
Absorção capilar - Arão



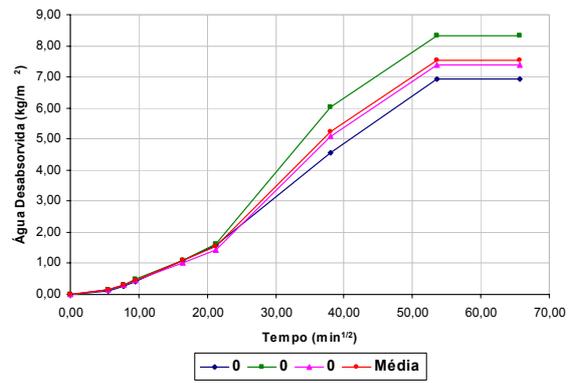
Secagem - Arão



Absorção capilar - Montes de Cima



Secagem - Montes de Cima



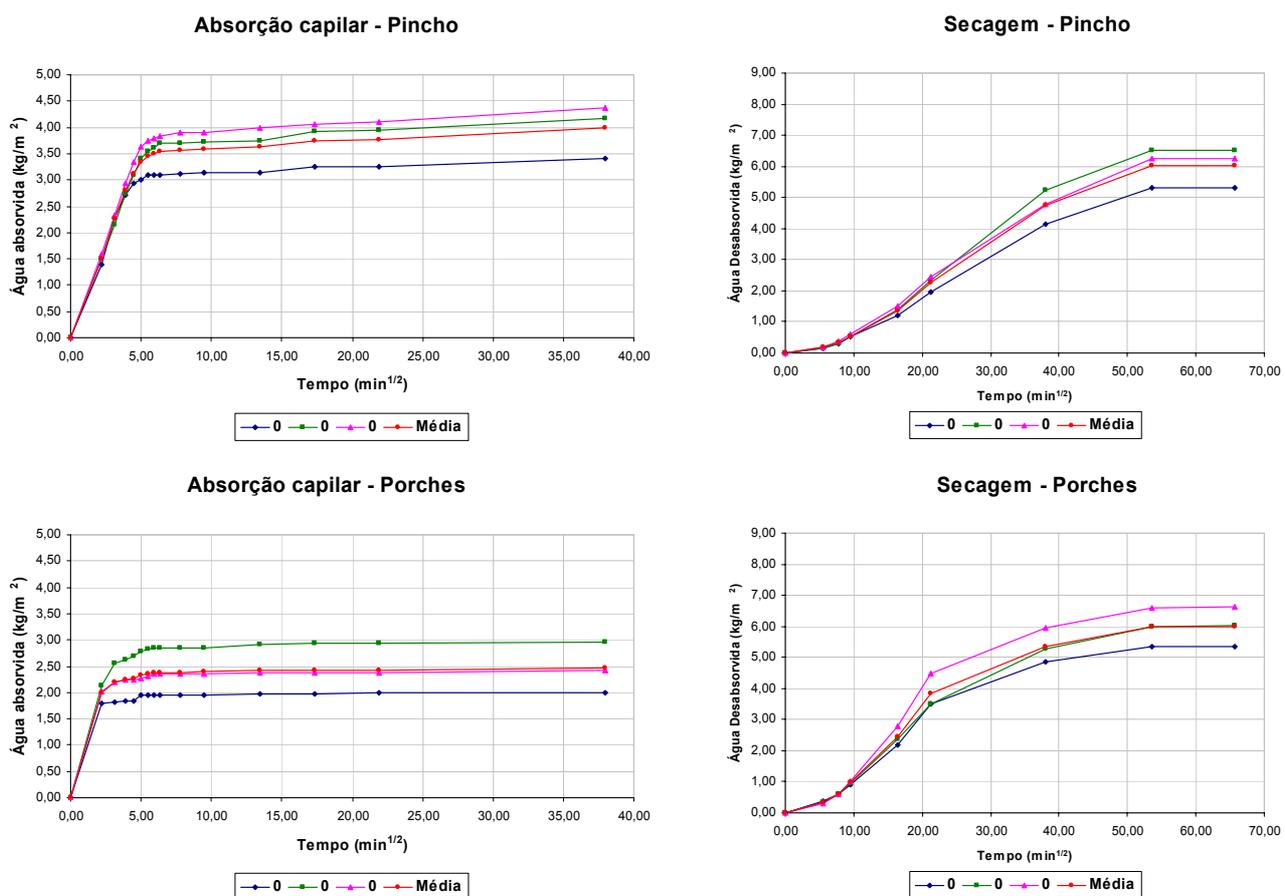


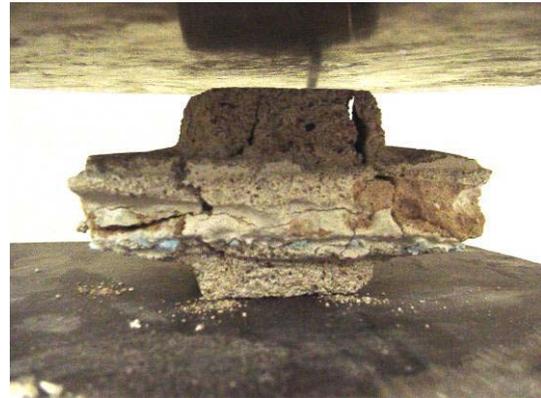
Fig. 3 - Gráficos de absorção capilar e secagem (aplicados às 5 construções seleccionadas).

	Coeficiente de capilaridade por contacto (kg/m ² .min ^{1/2}) - Média		
	Cc 5	Cc (90-10)	Cc24
Sesmarias	0,57	0,14	0,08
Arão	0,35	0,33	0,10
Montes de Cima	1,69	0,36	0,22
Pincho	0,67	0,21	0,11
Porches	0,89	0,03	0,06

Quadro 1 - Coeficientes de capilaridade por contacto.



1. Equipamento e provetes para ensaio



2. Provede de revestimento após rotura

Fig. 4 - Provede de revestimento após rotura (ensaio à compressão).

Revestimento - Argamassa			
ID	Sesmarías 1	Sesmarías 2	Sesmarías 3
Fm (N)	2916	3760	5201
Secção (mm ²)	1741	1930	2048
Rm (MPa)	1,7	1,9	2,5
Rm médio (MPa)	2,1		
Suporte - Taipa compactada			
ID	Sesmarías 1T	Sesmarías 2T	Sesmarías 3T
Fm (N)	2415	2449	1336
Secção (mm ²)	1782	1820	1803
Rm (MPa)	1,4	1,3	0,7
Rm médio (MPa)	1,1		

Revestimento - Argamassa			
ID	Arão 1	Arão 2	Arão 3
Fm (N)	4610	2200	5443
Secção (mm ²)	1699	2136	2137
Rm (MPa)	2,7	1,0	2,5
Rm médio (MPa)	2,1		
Suporte - Taipa compactada			
ID	Arão 1T	Arão 2T	Arão 3T
Fm (N)	1957	2007	2524
Secção (mm ²)	1629	1785	1755
Rm (MPa)	1,2	1,1	1,4
Rm médio (MPa)	1,3		

Revestimento - Argamassa			
ID	Montes Cima 1	Montes Cima 2	Montes Cima 3
Fm (N)	6718	5758	4886
Secção (mm ²)	1976	1680	1865
Rm (MPa)	3,4	3,4	2,6
Rm médio (MPa)	3,1		
Suporte - Taipa compactada			
ID	Montes Cima 1T	Montes Cima 2T	Montes Cima 3T
Fm (N)	1794	1200	988
Secção (mm ²)	1749	1462	1616
Rm (MPa)	1,0	0,8	0,6
Rm médio (MPa)	0,8		

Revestimento - Argamassa			
ID	Pincho 1	Pincho 2	Pincho 3
Fm (N)	2991	2977	3779
Secção (mm ²)	1852	1574	1575
Rm (MPa)	1,6	1,9	2,4
Rm médio (MPa)	2,0		
Suporte - Taipa compactada			
ID	Pincho 1T	Pincho 2T	Pincho 3T
Fm (N)	2273	1788	2577
Secção (mm ²)	1803	1710	1659
Rm (MPa)	1,3	1,0	1,6
Rm médio (MPa)	1,3		

Revestimento - Argamassa			
ID	Porches 1	Porches 2	Porches 3
Fm (N)	7798	5766	5554
Secção (mm ²)	1518	1724	1405
Rm (MPa)	5,1	3,3	4,0
Rm médio (MPa)	4,1		
Suporte - Taipa compactada			
ID	Porches 1T	Porches 2T	Porches 3T
Fm (N)	9800	3279	1719
Secção (mm ²)	1808	1958	1831
Rm (MPa)	5,4	1,7	0,9
Rm médio (MPa)	2,7		

ID – identificação do provete ensaiado.

Fm (N) – Força de compressão na rotura.

Rm (Mpa) – Tensão de compressão na rotura.

Rm_{médio} (Mpa) – Tensão média de compressão na rotura dos provetes ensaiados.

Quadro 2 - Ensaios à compressão sobre provetes irregulares.

A variante "T" refere-se a amostras de taipa ensaiadas.