

# CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS PRÉ-DOSEADAS DE FABRICO NACIONAL

Paulina Faria Rodrigues\*

*Correio electrónico:* mpr@fct.unl.pt

Vasco Moreira Rato†

*Correio electrónico:* vmmr@fct.unl.pt

Fernando M. A. Henriques‡

*Correio electrónico:* fh@fct.unl.pt

## Resumo

Com o objectivo de se obter um maior conhecimento de argamassas pré-doseadas existentes no mercado, poder comparar entre si as características apresentadas e preconizar a sua aplicação de forma mais fundamentada, procedeu-se à caracterização de seis argamassas pré-doseadas correntes para aplicação em rebocos exteriores, procedentes de duas fábricas nacionais. As argamassas foram executadas através de amassadura e compactação mecânicas em laboratório. Analisam-se os resultados obtidos em termos de quantidades de água de amassadura e consistência por espalhamentos aferidos, resistências mecânicas - módulo de elasticidade dinâmico, resistência à tracção por flexão e resistência à compressão -, microestrutura - em termos de porosidade aberta e massa volúmica aparente - comportamento face à água no estado de vapor e líquido - quanto à permeabilidade ao vapor de água, velocidade de absorção capilar e quantidade de água absorvida por capilaridade - e resistência à acção de cloretos. Analisam-se as variações obtidas na caracterização em termos de procedências de fabrico, granulometria dos agregados utilizados (médios ou finos), forma da aplicação a que se destinam (manual ou por projecção), quantidade de água de amassadura e tipo de ligante base utilizado (cimento Portland ou cimento branco). Procuram aferir-se as situações mais vantajosas em função dos tipos de aplicação recomendados nas fichas técnicas dos fabricantes e respectivas especificações de aplicação em obra.

*Palavras-chave:* argamassa pré-doseada, caracterização laboratorial.

---

\* Professora Auxiliar, DEC, Fac. Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

† Assistente, idem.

‡ Professor Catedrático, idem.

## 1 Introdução

As argamassas pré-doseadas fabricadas em Portugal resultam de um desenvolvimento específico realizado pelos fabricantes. É aceite por todos os intervenientes que o bom desempenho dessas argamassas nas alvenarias, e particularmente nos casos em que são aplicadas em sistemas de reboco, não dependem apenas da formulação da argamassa em si, mas também das suas condições de amassadura, quantidade de água introduzida, tipo e estado do suporte onde vai ser aplicada, espessura da camada, condições de aplicação e cura (relativas ao ambiente e a aspectos técnicos e humanos). Isto quer dizer que uma “boa” argamassa pré-doseada pode mostrar-se deficiente no revestimento de uma determinada alvenaria (devido a especificidades desse suporte) e mesmo sobre suportes idênticos, essa argamassa pode num caso apresentar desempenho satisfatório, enquanto noutro isso pode não se verificar (eventualmente devido a problemas de aplicação).

No entanto, para se poder prescrever uma argamassa pré-doseada para determinada aplicação com um conhecimento mais alargado do que aquele a que se consegue aceder através das fichas técnicas dos produtos e de eventuais exemplos de aplicações anteriores, considera-se fundamental dispor de uma caracterização mais aprofundada e específica das argamassas, como a que se apresenta a seguir.

## 2 Desenvolvimento Experimental

Recolheram-se amostras de cinco produtos pré-doseados para a execução de argamassas para rebocos exteriores produzidos numa fábrica nacional e de um outro produto do mesmo tipo procedente de outro fabricante nacional. Apresenta-se a identificação dos diferentes produtos, com base nas fichas técnicas respectivas e de acordo com a EN 998-1 [1]:

ARE Ciarga: argamassa seca hidrofugada cinzenta, da classe CS IV, W1, destinada principalmente a rebocar paredes exteriores, por aplicação manual ou mecânica, composta por cimento, cal, agregados calcários e adjuvantes químicos;

RHP exterior fino Martingança: argamassa seca hidrofugada, composta por ligantes hidráulicos, agregados siliciosos e adjuvantes, da classe CS III, W1, para aplicação por projecção em rebocos exteriores;

RHP exterior branco Martingança: argamassa seca hidrofugada, composta por ligantes hidráulicos, agregados calcários e siliciosos e adjuvantes, da classe CS IV, W2, para aplicação por projecção em rebocos exteriores brancos, dispensando posterior pintura;

RHP exterior manual Martingança: argamassa seca, composta por ligantes hidráulicos, agregados calcários e siliciosos e adjuvantes, da classe CS III,

W1, para aplicação manual em rebocos exteriores cinzentos, permitindo acabamentos areados de granulometria fina ou como base para aplicação de revestimentos cerâmicos ou de pedra natural;

RHP exterior médio Martingança: argamassa seca, composta por ligantes hidráulicos, agregados calcários e siliciosos e adjuvantes, da classe CS III, W1, para aplicação por projecção em rebocos exteriores cinzentos, com acabamento areado ou esponjado ou como base para aplicação de revestimentos cerâmicos ou de pedra natural;

RHP exterior plus Martingança: argamassa seca hidrofugada, composta por ligantes hidráulicos, agregados calcários e siliciosos e adjuvantes, da classe CS III, W1, para aplicação por projecção em acabamentos de rebocos exteriores cinzentos.

Adoptaram-se as designações A, B, C, D, E e F para as argamassas efectuadas com aqueles produtos. Com o produto E foram realizadas duas argamassas com quantidades de água e respectivas consistências por espalhamento ligeiramente distintas, de modo a ser possível aferir a sensibilidade da argamassa obtida face a essa variação. Designa-se a de menor espalhamento (semelhante às restantes) por E e a de maior espalhamento por Em.

As argamassas foram preparadas num misturador mecânico de laboratório. Para cada massa de produto em pó introduziu-se inicialmente a quantidade de água indicada pelo fabricante (água de amassadura inicial). Obtiveram-se as consistências por espalhamento, de acordo com a Fe19 e Fe25 UNL/DEC [2] e a EN 1015-3 [3], que são indicadas na tabela 1. Quando a consistência por espalhamento obtida foi considerada demasiado seca, repetiu-se a amassadura com uma quantidade de água superior (água de amassadura final). Registou-se a consistência por espalhamento final obtida e respectiva quantidade de água final, em termos percentuais.

Tabela 1: Composição das argamassas (produto em pó e quantidade de água) e consistência por espalhamento.

<b>Argamassa</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Em</b>	<b>F</b>
Ág.fabric.(%)	-	15.2	13.6	13.2	13.8	13.8	14.3
Produto pó (g)	3300	4180	4180	3680	3680	3680	3990
Ág.inicial (ml)	528	635	568	486	552	508	625
Espalh.inic (%)	61	58	59	*	**	45	*
Ág.final (ml)	-	-	-	582	557	562	690
Espalh.final (%)	61	59	59	59	60	66	63
Ag. Final (%)	16.0	15.2	13.6	15.8	15.1	15.3	17.3

\* Consistência muito seca

\*\* Consistência seca

Com cada uma das argamassas moldaram-se seis provetes prismáticos de 40mm x 40mm x 160mm por compactação mecânica e três provetes circulares, com 10mm de espessura para o ensaio de permeabilidade ao vapor de água. Os provetes foram deixados em cura nos respectivos moldes durante 7 dias, numa sala de ambiente controlado a 20°C e 65% de humidade relativa (HR), tendo sido desmoldados e continuado a sua cura na mesma sala, com todas as faces em contacto com o ar ambiente.

## 2.1 Resistências Mecânicas

As resistências mecânicas foram avaliadas ao fim de 42 dias de cura das argamassas. Apresentam-se na figura 1 e na tabela 2 os resultados do módulo de elasticidade dinâmico determinado por avaliação da frequência de ressonância longitudinal em seis provetes de cada argamassa, de acordo com a ficha de ensaio Fe08 UNL/DEC [2], e de resistências à tracção por flexão e à compressão efectuadas com uma máquina de tracção, seguindo em termos gerais a norma EN 1015-11 [4] (respectivamente em seis e em três provetes de cada argamassa).

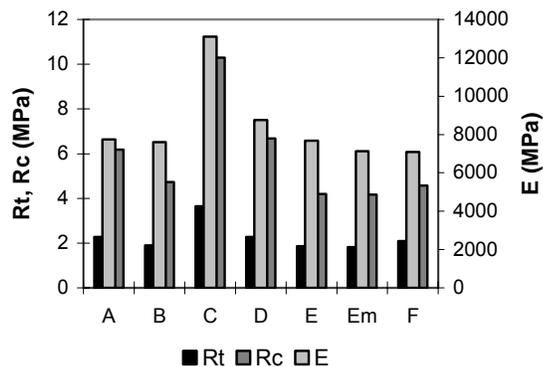


Figura 1: Resistências mecânicas das argamassas analisadas.

## 2.2 Microestrutura

A microestrutura das argamassas foi avaliada em termos da porosidade aberta e da massa volúmica aparente aos 43 dias de idade das argamassas. O método de ensaio utilizado recorre à introdução de água nos provetes em condições de baixa pressão e a pesagem hidrostática, de acordo com as fichas de ensaio Fe01 e Fe02 UNL/DEC [2]. Os resultados obtidos são apresentados na figura 2 e na tabela 2.

### 2.3 Comportamento Face à Água

O comportamento face à água na forma líquida e de vapor foi avaliado através dos ensaios de capilaridade e de permeabilidade ao vapor de água, realizados de acordo com as fichas de ensaio Fe05 e Fe06 UNL/DEC [2] e seguindo em termos gerais as normas NP EN 1015-18 [5] e EN 1015-19 [6], a partir dos 42 dias de idade dos provetes. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 2. A permeabilidade ao vapor de água das argamassas foi avaliada pelo método da cápsula “húmida” (interior em ambiente saturado) com os provetes em ensaio colocados numa câmara climática a 20°C e 40% de HR. O comportamento face à capilaridade é expresso em termos do coeficiente de capilaridade, que traduz a velocidade com que se dá a absorção capilar nos primeiros sessenta minutos do ensaio, e do valor assintótico da absorção capilar, que regista a quantidade total de água absorvida. O desenvolvimento da absorção capilar é ilustrada na figura 2. Na figura 3 apresentam-se os resultados da porosidade aberta, do valor assintótico, do coeficiente de capilaridade e da permeabilidade ao vapor de água.

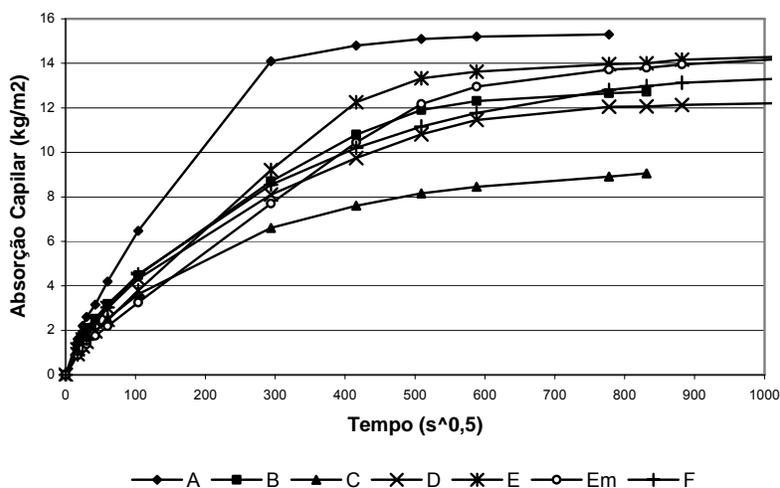


Figura 2: Absorção capilar.

### 2.4 Resistência à Acção dos Sais Solúveis

Os sais solúveis estão presentes em muitos materiais de construção (caso, por exemplo, de alguns ligantes ou agregados). Para além disso, os edifícios são contaminados pelos sais especialmente quando expostos a ambientes marítimos ou muito poluídos. Daí que seja importante avaliar a resistência aos sais que as

argamassas neles aplicadas possam apresentar. No presente trabalho incluem-se os resultados parciais de um estudo que ainda se encontra em curso e no qual a resistência à acção dos sais solúveis será avaliada em termos do comportamento face à acção de cloretos e de sulfatos. Estes sais estão entre os mais vulgarmente encontrados nas construções e que apresentam acções significativamente distintas.

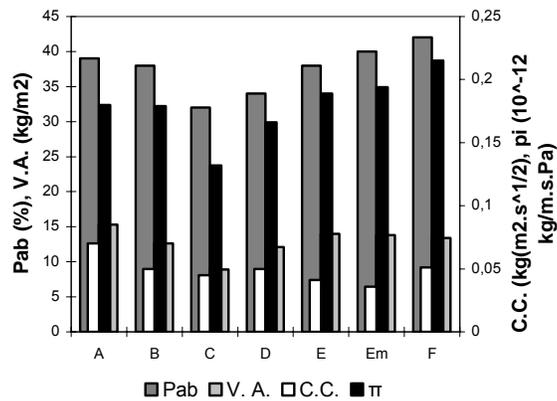


Figura 3: Microestrutura e comportamento face à água das argamassas analisadas.

A acção dos cloretos é fundamentalmente mecânica, interessando que as argamassas apresentem resistência mecânica à acção cíclica de aumento de volume dos cristais de halite no seu seio ou que os seus poros apresentem volume suficiente para que esses cristais possam cristalizar e dissolver-se ciclicamente no seu interior sem produzirem danos na envolvente. A acção dos sulfatos envolve reacções também químicas, interessando nesse caso que as argamassas não desenvolvam demasiados silicatos e aluminatos de cálcio hidratados que, em contacto com os sulfatos, possam resultar em sulfo-silicatos e sulfo-aluminatos de cálcio hidratados, que são muito expansivos e destrutivos.

Os resultados actualmente disponíveis são apenas os relativos à avaliação da resistência aos cloretos, realizada de acordo com a ficha de ensaio Fe12 UNL/DEC [2] desenvolvida pelo grupo de investigação. Estes ensaios foram realizados ao fim de 70 dias de idade das argamassas. Apresentam-se na figura 4 e na tabela 2 os resultados obtidos em termos das quantidades de cloretos retidas pelas argamassas após imersão numa solução saturada de cloreto de sódio e das variações de massa ao longo de 50 ciclos de humedecimento/secagem realizados numa câmara climática.

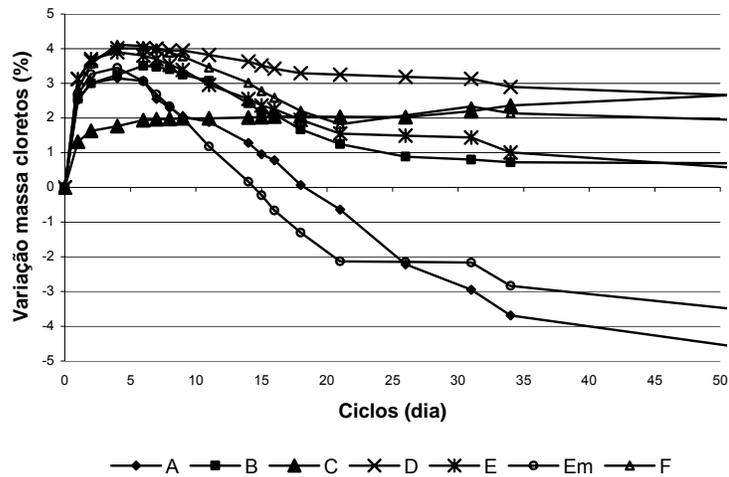


Figura 4: Variação de massa por acção dos cloretos.

Tabela 2: Características das argamassas analisadas.

Argamassa	A	B	C	D	E	Em	F
Espalh. (%)	61	58	59	59	60	66	63
E (MPa)	7742	7600	13115	8765	7679	7126	7086
Rt (MPa)	2.28	1.90	3.65	2.28	1.87	1.83	2.09
Rc (MPa)	6.18	4.73	10.30	6.68	4.20	4.17	4.57
Pab (%)	39	38	32	34	38	40	42
MVap (kg/m <sup>3</sup> )	1636	1615	1768	1719	1641	1586	1521
$\pi \times 10^{-11}$ (kg/m.s.Pa)	1.80	1.79	1.32	1.66	1.89	1.94	2.15
Coef.capil. (kg/m <sup>2</sup> .s <sup>0,5</sup> )	0.070	0.050	0.045	0.050	0.041	0.036	0.051
Valor Assint. (kg/m <sup>2</sup> )	15.3	12.6	8.9	12.1	14.0	13.8	13.4
Cloret.ret.(%)	3.2	3.0	1.7	2.3	2.5	3.0	2.8
Var.mas.cloret. (ciclo 50 - %)	-4.6	+0.7	+2.7	+2.7	+0.6	-3.5	+2.0

Espalh. - Consistência por espalhamento; E - módulo de elasticidade dinâmico; Rt e Rc - resistências à tração e à compressão; Pab - porosidade aberta; MVap - massa volúmica aparente;  $\pi$  - permeabilidade ao vapor de água; Coef.capil. - coeficiente de capilaridade; Valor Assint. - valor assintótico da absorção capilar; Cloret.ret. - cloretos retidos; Var.mas.cloret. - variação de massa por acção dos cloretos.

### 3 Análise dos Resultados

Comparando as argamassas A e B, procedentes de fabricantes distintos mas com especificações de aplicação algo semelhantes, verifica-se que embora a primeira apresente resistências mecânicas em termos de flexão e compressão mais elevadas, o módulo de elasticidade (que traduz a capacidade de deformação) mantém-se semelhante. No entanto a argamassa B apresenta melhor comportamento face à acção da capilaridade (tanto ao nível da velocidade com que ocorre a absorção capilar, como no que se refere à quantidade total de água absorvida por esse efeito). A argamassa A apresenta ainda uma fraca resistência à acção dos cloretos. Por análise comparativa, considera-se assim que a argamassa B seria a que melhor desempenho ofereceria em revestimentos de paredes sujeitas à acção da chuva e em ambientes localizados perto do litoral, sujeitos a potencial ataque por cloretos.

No que se refere às características registadas pela argamassa C (de cor branca), verifica-se que apresenta resistências mecânicas bastante elevadas, desnecessárias e eventualmente excessivas para aplicações sobre alvenarias correntes, indiciando uma deformabilidade muito reduzida. Relativamente ao comportamento face à acção da água, a quantidade absorvida por capilaridade é bastante inferior a todas as restantes argamassas analisadas, tal como a sua permeabilidade ao vapor de água. Esta situação, que se pode justificar pela maior compacidade apresentada pela argamassa C, indicia o acesso de menor quantidade de água capilar mas uma maior dificuldade de secagem.

A argamassa D, especificamente indicada para aplicação manual, seguiu a tendência da argamassa C (elevadas resistências mecânicas devidas a elevada compacidade; absorção capilar e permeabilidade ao vapor de água pouco elevadas), mas de um modo menos expressivo.

No caso da argamassa E, concebida para aplicação por projecção mecânica, registou-se a influência que uma maior quantidade de água pode ter nas características analisadas (caso da argamassa Em). Nesta última argamassa Em referida, a maior quantidade de água (registada em termos de maior consistência por espalhamento da argamassa Em comparativamente à E) provoca um ligeiro decréscimo das resistências mecânicas (com uma melhoria da deformabilidade), devido a uma diminuição da compacidade (maior porosidade aberta), um melhor comportamento face à acção da água (aumento da permeabilidade ao vapor de água e redução da absorção capilar), mas acompanhado por uma menor resistência aos cloretos. Esta argamassa mostra não ser adequada para aplicação em ambientes marítimos. Esta situação realça a influência que a quantidade de água de amassadura pode ter na variabilidade das características de uma argamassa pré-doseada.

No que se refere à argamassa F (também indicada para aplicação por projecção mecânica mas contendo agregados mais finos que a argamassa E e

supostamente resultando de uma melhoria relativamente à argamassa B), verifica-se que, com aumento da resistência à flexão, a argamassa resulta mais deformável (menor módulo de elasticidade dinâmico), com maior porosidade aberta e elevada permeabilidade ao vapor de água, características que podem contrabalançar absorções capilares mais rápidas do que no caso das argamassas comparáveis B e E, mas de menor valor total. A resistência aos cloretos da argamassa F é bastante melhor do que no caso das argamassas anteriores.

Tendo em conta as características analisadas, sobressaem como potencialmente mais eficientes para aplicação em sistemas de reboco para paredes, de entre as argamassas analisadas, a B e a F, sendo a primeira à partida do grupo das mais “correntes” no mercado e a segunda resultando de formulações mais específicas.

Estes resultados preliminares aguardam, contudo, a conclusão do estudo e designadamente o conhecimento do comportamento à acção dos sulfatos, com os quais a sua adequabilidade para aplicação em edifícios recentes ou com patologias específicas poderá ser mais cabalmente avaliada.

## **4 Conclusões**

A diversidade de argamassas pré-doseadas no mercado nacional pode por vezes conduzir à prescrição de produtos desadequados para determinadas aplicações.

Considera-se que um maior detalhe na caracterização das argamassas, para além da informação registada nas fichas técnicas dos produtos, fornece instrumentos indispensáveis para o seu melhor conhecimento, possibilitando uma fundamentação mais rigorosa da sua prescrição.

No entanto, o tipo e estado do suporte no qual as argamassas sejam utilizadas e o modo como a aplicação seja realizada, terão também uma influência primordial nas características finais do reboco.

## **5 Agradecimentos**

As tarefas laboratoriais em que se baseia este trabalho foram desenvolvidas pelos alunos Daniel Maio, Filipe Martelo, Francisco Nogueira, José Avelar, José Pires, Lúcia Carvalho, Luís Vaz e Renato Marques, no âmbito da disciplina de Tecnologias de Revestimentos da licenciatura em Engenharia Civil da FCT/UNL.

## 6 Bibliografia

- [1] Comité Européen de Normalisation (CEN) – Specification for mortar for masonry – Part 1: Rendering and plastering mortar with inorganic binding agents. Brussels: CEN, 2003. EN 998-1: 2003.
- [2] Universidade Nova de Lisboa (UNL) / Departamento de Engenharia Civil (DEC) – Fichas de Ensaio – Pedras naturais e artificiais. Análise de argamassas. Caparica: FCT/UNL, 1996 a 2005. Fe01, 02, 05, 06, 08, 12, 19, 25, 27.
- [3] CEN – Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistency of fresh mortar (by flow table). Brussels: CEN, 1999/2004. EN 1015-3:1999 / A1:2004.
- [4] CEN – Methods of test for mortar for masonry – Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Brussels: CEN, 1999. EN 1015-11: 1999.
- [5] CEN – Methods of test for mortar for masonry – Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar. Brussels: CEN, 2002. EN 1015-18: 2002.
- [6] Instituto Português da Qualidade (IPQ) – Métodos de ensaio de argamassas para alvenaria. Parte 19: Determinação da permeabilidade ao vapor de água de argamassas de reboco endurecidas. Lisboa: IPQ, 2000. NP EN 1015-19:2000.