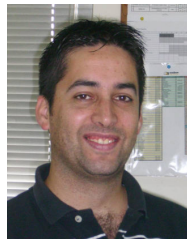


## Influência da Adição de Polímeros nas Propriedades de uma Argamassa de Reabilitação



Rui Ribeiro  
Saint Gobain Weber  
[rui.ribeiro@weber-cimenfix.com](mailto:rui.ribeiro@weber-cimenfix.com)



Nuno Vieira  
Saint Gobain Weber  
[nunoalexvieira@gmail.com](mailto:nunoalexvieira@gmail.com)



Luís Silva  
Saint Gobain Weber  
[luis.silva@weber-cimenfix.com](mailto:luis.silva@weber-cimenfix.com)

**Resumo:** A adição de materiais poliméricos, como resinas, prende-se com a melhoria de propriedades como a aderência, a resistência à flexão, maior resistência à penetração de água, entre outras. No caso particular de argamassas de reabilitação, a sua utilização gera alguma controvérsia por se considerar que, especialmente a permeabilidade ao vapor de água, pode ser comprometida. O presente trabalho, tem por objectivo estudar o efeito da adição de polímeros nas propriedades de uma argamassa de reabilitação. O estudo realiza-se sobre propriedades da argamassa, enquanto pasta e produto endurecido. Entre os resultados, dar-se-á especial destaque ao efeito sobre a permeabilidade ao vapor de água.

**Palavras-chave:** Argamassa de reabilitação; polímeros; propriedades em pasta; propriedades do produto endurecido.

### 1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de edificios antigos passa, frequentemente, por intervenções ao nível dos revestimentos exteriores porque estão mais expostos a acções agressivas e, portanto, geralmente mais necessitados de reparações. Adicionalmente, a opção muitas vezes preconizada corresponde à substituição integral dos rebocos da alvenaria antiga por novos materiais, com vários tipos de acabamento, capazes de restituírem a estética das fachadas e tornar mais eficiente a protecção das mesmas [1,2].

Alguns dos problemas actuais encontrados em obra, durante a reabilitação de sistemas de alvenaria antigos, resultam da falta de equilíbrio nas aderências dos novos revestimentos, da irreversibilidade dos trabalhos realizados, da diminuição da porosidade dos sistemas reabilitados e da destruição total ou parcial de argamassas, devido a condições específicas ambientais, especialmente em argamassas de fracas resistências mecânicas. Para eliminar ou minimizar este conjunto de problemas e patologias associadas, exige-se que as argamassas de reabilitação respeitem um conjunto de requisitos, com uma execução cuidada dos mesmos e apresentem um conjunto de características capazes de garantir uma compatibilidade mecânica, física e química com as alvenarias [3,4,5].

A pesquisa de soluções que possam resolver alguns destes problemas, pode conduzir à adição de polímeros capazes de conferir propriedades especiais como aderência, a resistência à flexão, capacidade de deformação, maior resistência à penetração de água, entre outras. Alguns estudos indicam que, argamassas de reabilitação com incorporação de látex apresentam elevada resistência à flexão, elevada aderência e uma melhoria da deformação e extensão plástica. Por isso, especialmente ao nível da indústria ou da obra, a adição destes materiais tem-se tornado uma prática corrente e até um factor de comunicação justificativo da qualidade de um produto [6,7].

Os polímeros que se adicionam a argamassas apresentam-se, geralmente, em pó ou em dispersão aquosa. Os polímeros em pó, também designados por redispersáveis, tornaram possível a apresentação de produtos numa embalagem única e produzem-se por processos especiais de secagem, a partir de dispersões aquosas; a maioria destes é baseada em acetato de vinilo ou então apresentam-se na forma de copolímeros acetato vinilo-etileno. Os polímeros em dispersão aquosa implicam a apresentação de produtos como dois componentes em separado. A sua composição é, geralmente, uma solução aquosa de um copolímero estireno-acrílico. A acção destes materiais na argamassa, resulta da formação de um filme obtido após evaporação parcial da água de amassadura e por coalescência das partículas individuais das partículas de polímero [8-12].

Um conceito razoável sobre a utilização de polímeros, porém, apresenta alguns factores para uma utilização prudente, senão abstenção, destes componentes, entre as quais se destacam, o incremento excessivo de resistências mecânicas e a diminuição da permeabilidade ao vapor de água. Isto é, por um lado, a adição de polímero pode contribuir para a obtenção de propriedades que tornem a argamassa mais compatível com os suportes, ao nível de algumas propriedades mecânicas mas, por outro lado, pode contribuir para uma incompatibilidade entre ambos ao nível de propriedades físicas ou até mecânicas [13].

Considerando que o assunto é discutível, merece uma atenção mais pormenorizada, pelo que o trabalho em questão, pretende contribuir com informação adicional sobre o tema. Para tal, estudou-se o efeito da adição de um conjunto de polímeros, com diferentes naturezas químicas, nas propriedades de uma argamassa com base de cal, ao nível da pasta e do produto endurecido. Entre tais, destaca-se a determinação de propriedades mecânicas, da capilaridade, do coeficiente de permeabilidade ao vapor de água, por permitirem uma abordagem ao nível da compatibilidade das argamassas resultantes com a maioria dos suportes antigos a reabilitar.

## **2. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS USADOS**

### **2.1. Preparação de Argamassas**

O material base, antes de adição do polímero, consiste na composição seguinte:

1. Cal hidratada, com 97%  $\text{Ca(OH)}_2$  e aprox. 1% de água absorvida;
2. Cimento Portland, CEM I, 52.5, cor branca (Secil) numa relação 1:1, em massa, com a cal;
3. Agregado calcário com distribuição granulométrica 1.200mm-0.080mm;
4. Derivado celulósico de viscosidade 20000mPa.s (solução a 2%; 20°C), numa quantidade de 0.10%;

As amostras para ensaios foram preparadas a partir do material base acima indicado, com a conseqüente adição do polímero nas concentrações de 0; 0.5%; 1%; 2.5% e 5% (em massa).

A preparação da argamassa para ensaio foi realizada de acordo com a norma EN 1015-2 e os provetes de ensaio foram sujeitos a cura segundo as indicações da mesma norma EN 1015, relativa a argamassas maioritariamente de cal.

## 2.2. Descrição dos Polímeros Utilizados

O estudo compreendeu a análise de polímeros distintos, ao nível da natureza química e física. As suas propriedades indicam-se na tabela 1.

Tabela 1. Propriedades dos polímeros incorporados na argamassa em análise [10-12].

<b>Polímero</b>	<b>AV</b>	<b>EVA</b>	<b>SA</b>
<b>Estado físico</b>	Sólido	Sólido	Dispersão aquosa
<b>Natureza química</b>	Acetato vinilo- versatato de vinilo	Versatato vinilo- etileno-veova	Estireno-acrilico
<b>% Sólidos</b>	100	100	50
<b>Tg</b>	+13	+16	---

## 3. ENSAIOS REALIZADOS

### 3.1 Lista de Ensaio

Para a caracterização do comportamento da argamassa em análise, procedeu-se a um conjunto de ensaios, sobre o produto em pasta e sobre o produto endurecido, que se indicam em seguida (com a respectiva indicação da norma de ensaio adoptada [14,15]):

1. Determinação da massa volúmica aparente da pasta/ $MVA_{pasta}$  (EN 1015-6);
2. Determinação da consistência da pasta (EN 1015-3);
3. Determinação da retenção de água (EN 1015-8);
4. Determinação do teor de ar introduzido (EN 1015-7);
5. Determinação do módulo de elasticidade dinâmico/E (CSTB);
6. Determinação das resistências à tracção por flexão/ $R_{flexão}$  e compressão/ $R_{comp.}$  (EN 1015-11);
7. Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade/C (EN 1015-18);
8. Determinação do coeficiente de permeabilidade ao vapor de água/ $\mu$  (EN 1015-21);
9. Determinação da aderência por tracção perpendicular (EN 1015-12);
10. Determinação da massa volúmica aparente do produto endurecido/ $MVA_{end}$  (EN 1015-10);
11. Determinação da variação dimensional (CSTB);
12. Determinação da porosidade aberta ( $P$ )

Esta propriedade foi obtida a partir da determinação de valores que constituem a equação seguinte:

$$P(\%) = \frac{m_3 - m_1}{m_3 - m_2} \times 100$$

Onde:

$m_1$ : massa da amostra seca

$m_3$ : massa da amostra saturada

$m_2$ : massa da amostra suspensa na água

### 13. Determinação da resistência aos sais

No ensaio de resistência à acção dos cloretos utilizaram-se soluções de cloreto de sódio a 0,1M. As amostras, previamente secas e pesadas (massa inicial), foram imersas na respectiva solução, durante 24 horas e, posteriormente, secas em estufa (a 70 °C) por igual período de tempo. A percentagem de cloretos retidos foi calculada através da diferença de massas (antes e após imersão) em relação à massa inicial. As amostras foram posteriormente sujeitas a ciclos diários de 12 horas a 90% H<sub>r</sub> e 12 horas a 60% H<sub>r</sub> (a temperatura manteve-se constante a 22°C). Registou-se a massa no final de cada ciclo para posterior cálculo da variação de massa, relativamente à massa inicial, e avaliou-se o estado de integridade das amostras.

No ensaio de resistência à acção de sulfatos utilizaram-se soluções de sulfato de sódio anidro a 0,1M. O ciclo consistiu na imersão das amostras nas respectivas soluções, durante 2 horas, e secagem em estufa a 70°C durante 22 horas. Após cada ciclo as amostras foram pesadas, determinando-se assim a variação de massa em relação à massa inicial e avaliado o seu estado de integridade.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados Relativos ao Estudo da Adição do Polímero AV

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam os resultados obtidos para a argamassa adicionada com o polímero AV para as propriedades de produto em pasta e endurecido.

Tabela 2. Variação das propriedades da pasta em função da percentagem de polímero AV

AV (%)	H <sub>2</sub> O (ml/100g)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	Consistência (mm)	Retenção água (%)	Teor ar (%)
0	22.0	1400	168	93.21	28.0
0.5	22.0	1390	172	93.81	25.5
1.0	22.0	1390	176	96.04	24.0
2.5	22.0	1450	170	97.12	21.0
5.0	22.0	1500	165	97.81	19.0

Tabela 3. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem polímero AV

AV (%)	R <sub>flexão</sub> (MPa)	R <sub>Comp</sub> (MPa)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	Aderência (N/mm <sup>2</sup> )
0	1.08	2.07	1250	4930	0.32
0.5	1.38	2.54	1210	5550	0.47
1.0	1.69	2.98	1180	5950	0.67
2.5	2.42	4.91	1290	6050	0.54 <sup>(1)</sup>
5.0	3.38	6.54	1270	6760	1.38

<sup>(1)</sup> Pelo substrato (Tijolo)

Tabela 4. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem de polímero AV

AV (%)	Retracção (mm/m)	Porosidade (%)	C (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup> )	μ
0	1.138	54.44	0.038	6.37
0.5	1.088	48.90	0.051	7.71
1.0	0.991	55.61	0.047	6.92
2.5	0.894	48.44	0.106	11.00
5.0	1.175	43.83	0.106	12.06

#### 4.2. Resultados Relativos ao Estudo da Adição do Polímero EVA

Os resultados relativos à argamassa com várias adições do polímero EVA, podem ser analisados a partir da tabela 5, para o produto em pasta e das tabelas 6 e 7, para o estado endurecido.

Tabela 5. Variação das propriedades da pasta em função da percentagem de EVA.

EVA (%)	H <sub>2</sub> O (ml/100g)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	Consistência (mm)	Retenção água (%)	Teor ar (%)
0	21.5	1330	177	91.83	29.0
0.5	21.5	1330	178	95.21	28.5
1.0	21.5	1330	180	97.09	30.5
2.5	21.5	1320	192	98.47	31.0
5.0	21.5	1340	189	99.30	---

Tabela 6. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem de EVA.

EVA (%)	R <sub>flexão</sub> (MPa)	R <sub>Comp</sub> (MPa)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	Aderência (N/mm <sup>2</sup> )
0	0.85	1.86	1170	4090	0.43
0.5	0.99	2.15	1150	4050	0.49
1.0	1.22	2.54	1090	3930	0.60
2.5	1.55	2.70	1100	4220	0.80
5.0	2.48	4.14	1120	4760	1.29

Tabela 7. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem de EVA.

EVA (%)	Retracção (mm/m)	Porosidade (%)	C (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup> )	μ
0	1.248	46.89	0.045	6.42
0.5	1.302	49.03	0.068	6.00
1.0	1.125	51.17	0.062	5.36
2.5	1.123	56.52	0.143	9.90
5.0	1.723	53.90	0.182	18.79

#### 4.3. Resultados Relativos ao Estudo da Adição do Polímero SA

Por último, as tabelas 8, 9 e 10 apresentam os resultados para a argamassa de reabilitação com várias adições da dispersão aquosa de copolímero de base estireno-acrílico (SA).

Tabela 8. Variação das propriedades da pasta em função da percentagem de polímero SA

SA (%)	H <sub>2</sub> O (ml/100g)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	Consistência (mm)	Retenção de água (%)	Teor ar (%)
0	21.0	1350	168	90.44	29.0
0.5	20.5	1430	152	90.22	27.0
1.0	20.0	1430	169	94.34	27.5
2.5	18.5	1450	172	96.84	26.5
5.0	16.0	1670	157	97.56	24.5

Tabela 9. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem de SA.

SA (%)	R <sub>flexão</sub> (MPa)	R <sub>Comp</sub> (MPa)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	Aderência (N/mm <sup>2</sup> )
0	0.97	1.88	1200	5150	0.37
0.5	1.31	2.32	1300	5650	0.46
1.0	1.69	3.26	1260	6250	0.49
2.5	2.83	4.80	1280	7230	0.66
5.0	4.68	9.68	1450	9775	1.29

Tabela 10. Variação das propriedades mecânicas e de impermeabilização em função da percentagem de SA.

SA (%)	Retracção (mm/m)	Porosidade (%)	C (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup> )	μ
0	1.040	48.60	0.040	4.58
0.5	0.860	39.96	0.044	5.03
1.0	0.860	42.32	0.039	5.79
2.5	0.885	44.67	0.033	7.36
5.0	0.770	27.69	0.066	22.48

#### 4.4. Resultados Relativos à Resistência aos Sais, para a Argamassa com os 3 Tipos de Polímero

A tabela 11 e figuras 1, 2 e 3, por sua vez, apresentam os resultados obtidos, até ao momento, relativos aos ensaios de exposição a cloretos e a sulfatos, em função do tipo e quantidade de polímero adicionado.

Tabela 11. Percentagem de cloretos retidos, para a argamassa em estudo, em função do tipo e quantidade de polímero adicionado.

Polímero	0.0%	0.5%	1.0%	2.5%	5.0%
AV	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05
EVA	0.06	0.08	0,08	0.08	0,06
SA	0.04	0.04	0.04	0.01	0.02

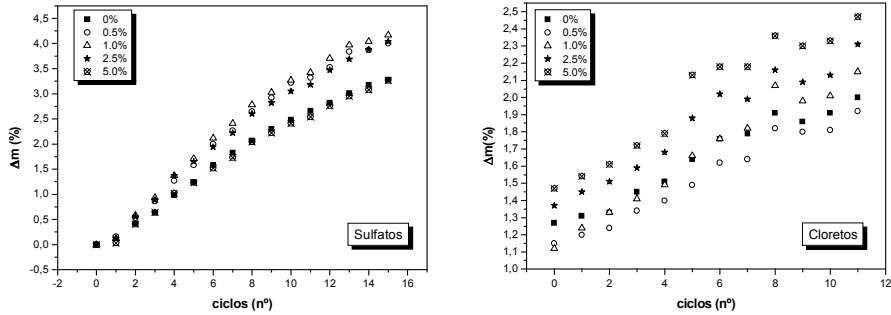


Figura 1. Comportamento da argamassa em estudo, após exposição a soluções salinas de cloretos e sulfatos, em função da quantidade de polímero AV adicionado.

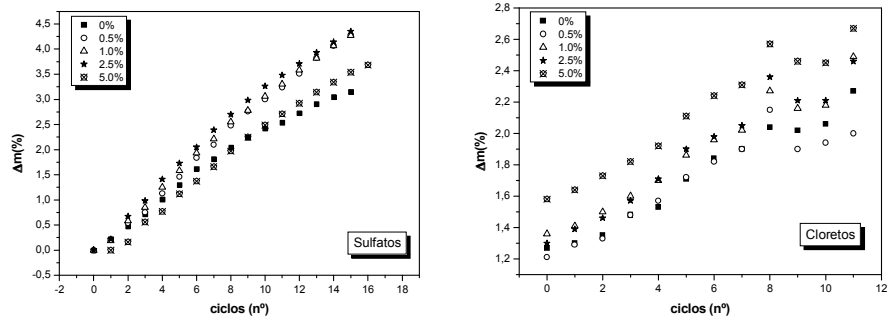


Figura 2. Comportamento da argamassa em estudo, após exposição a soluções salinas de cloretos e sulfatos, em função da quantidade de polímero EVA adicionado.

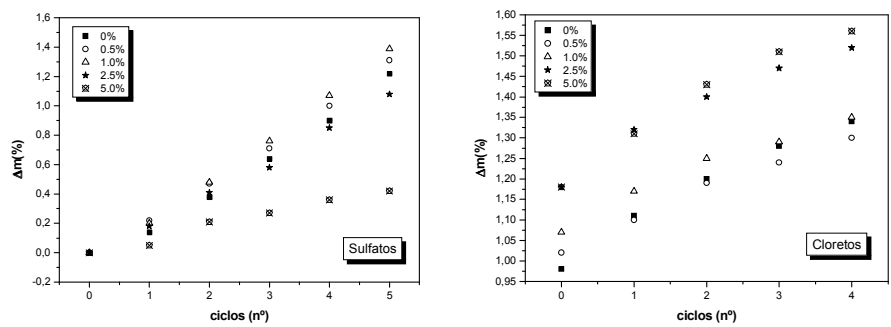


Figura 3. Comportamento da argamassa em estudo, após exposição a soluções salinas de cloretos e sulfatos, em função da quantidade de polímero SA adicionado.

## 5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A partir da análise da tabela 2, verifica-se que a adição do polímero AV altera todas as propriedades da pasta, nomeadamente, a consistência, o teor de ar, a massa volúmica aparente e o poder de retenção de água. Relativamente à consistência da argamassa, verifica-se um aumento de espalhamento com a adição de polímero até 1% e uma redução para maiores percentagens. No caso de adições acima de 2.5%, realça-se o poder colante da argamassa à base do instrumento de ensaio que justifica os valores menores de espalhamento. Ao contrário, a massa volúmica aparente da pasta decresce com adição de polímero até 1% e aumenta para valores acima do obtido para a argamassa sem polímero, para adições maiores deste componente. A adição de polímero tende a decrescer o teor de ar introduzido, para qualquer adição considerada sendo que, para adições de 2.5% e 5%, a redução é significativa o que justifica o aumento, também significativo, da massa volúmica aparente. Relativamente ao poder de retenção de água, a adição deste polímero aumenta significativamente os valores relativos a esta propriedade.

No que se refere às propriedades de produto endurecido, a análise da tabela 3 permite, desde logo, observar que as resistências mecânicas, nomeadamente, a resistência à flexão e compressão e o módulo de elasticidade dinâmico, aumentam significativamente com o aumento de quantidade do polímero AV. Verifica-se ainda, que o aumento da resistência à flexão é proporcionalmente maior que o aumento do módulo de elasticidade dinâmico, corroborando o esperado na literatura, isto é, o efeito da adição de polímero a argamassas aumenta a sua ductilidade [7]. Em parte, o aumento do módulo de elasticidade dinâmico, justifica-se pelo aumento da compactação da argamassa, evidenciada a partir da redução da porosidade aparente, conforme se observa nos dados da tabela 4. Esta compactação pode estar na origem de um aumento do coeficiente de permeabilidade ao vapor de água, embora seja expectável que o elevado valor observado, quando a adição de polímero é de 5%, se deva também ao filme formado que, evidentemente, se torna mais pronunciado. O aumento do coeficiente de absorção de água por capilaridade deverá ser resultado de uma conectividade entre os poros [16], estabelecida pela formação de filme polimérico no seio da estrutura. Já esperado, verifica-se um aumento da aderência por tracção perpendicular para valores muito elevados; note-se, porém, nos casos de maiores adições de polímero, tais valores conduzem a irreversibilidade dos sistemas, isto é, uma eventual necessidade de remoção do mesmo, poderá implicar sérios danos ao suporte. Finalmente, verifica-se que a adição de polímero tende a diminuir o valor de retracção, com excepção da adição de 5%.

A análise dos resultados indicados nas tabelas 5, 6 e 7, relativos à influência de adição de um terpolímero EVA, revelam comportamentos similares, na maioria das propriedades, especialmente ao nível das resistências mecânicas que, mais uma vez, aumentam com o aumento da percentagem de polímero adicionado, em proporções similares. No entanto, o aumento do módulo de elasticidade dinâmico não sobe tão intensamente devido, sobretudo, ao facto da massa volúmica aparente do produto endurecido também não ter aumentado; ao contrário, esta propriedade até decresce com o aumento da percentagem de polímero adicionado, resultado certamente do facto das propriedades do produto em pasta apresentarem, por um lado, um aumento do teor de ar introduzido e, por outro, uma diminuição do valor da massa volúmica aparente do produto em pasta. De facto, a adição deste polímero, apenas resultou numa argamassa desagradável de trabalhar, quando se utilizou 5% do mesmo salientando-se que, tal não se deveu a uma alteração da estrutura da

pasta, por compactação da mesma, mas pelo efeito associado de um poder colante exagerado. Apesar da estrutura ficar mais porosa, a permeabilidade ao vapor de água diminui com a adição deste material corroborando o atrás indicado sobre a formação de filme que, a partir de um determinado valor, se torna mais pronunciado e impede o fluxo de vapor de água. Relativamente ao coeficiente de absorção de água por capilaridade, verifica-se um comportamento similar ao observado com a adição do polímero AV.

No que respeita ao efeito da adição da dispersão aquosa de um co-polímero estireno-acrílico (SA), os valores das tabelas 8, 9 e 10 revelam tendências muito similares às observadas para o polímero AV mas de uma forma mais pronunciada. De facto, a massa volúmica aparente da pasta tende a aumentar com o aumento da quantidade do polímero, resultado dum redução do teor de ar incorporado na pasta. Por isso, o valor das resistências mecânicas tende a aumentar, não só devido ao aumento de coesão do material, resultado da formação de filme polimérico no interior da argamassa, mas também porque a compactação da argamassa é maior, claramente evidenciado pelo aumento da massa volúmica do produto endurecido, pelo aumento módulo de elasticidade dinâmico e pela diminuição dos valores da porosidade aberta. Relativamente à retracção, a adição deste co-polímero contribui para a sua diminuição progressiva. Também relevante é o facto da adição deste polímero não contribuir, como os anteriores, para o aumento do coeficiente de absorção de água por capilaridade. Ao contrário, a sua adição até reduz o valor deste parâmetro, até adições de 2.5%.

Finalmente, a análise da tabela 11 e figuras 1, 2 e 3, relativas aos ensaios de resistência a cloretos e sulfatos, revela que a argamassa apresenta, até 5 ciclos, uma boa resistência ao ataque destes sais. Para todos os casos de polímero estudados, a adição destes compostos, embora alterem a estrutura porosa da argamassa, não influenciam, até ao momento, o comportamento da argamassa no que se refere aos sais. Isto é, relativamente à adição de um determinado polímero, a argamassa apresenta uma quantidade retida de cloretos muito similar para todas as percentagens de utilização do mesmo. No entanto, destacam-se algumas notas relativas à argamassa com adição de polímero EVA já que, a estrutura mais porosa resultante, permite aumentar a acumulação de cloretos no seu interior, conforme observado pela análise da tabela 11. Por outro lado, também se observa que a adição do polímero SA implica argamassas com menor quantidade retida de cloretos, em princípio, devido à tendência para redução da absorção de água por capilaridade (ver tabela 10). Relativamente à resistência aos sulfatos, o comportamento é similar para todos os polímeros, sendo que a argamassa com 5% de adição de qualquer um, tende a apresentar menor ganho de massa. Curiosamente, os ensaios mais adiantados, para os polímeros AV e EVA, revelam que a argamassa com 0% de polímero apresenta um comportamento similar à argamassa com 5%.

## **6. CONCLUSÕES**

A adição de polímeros a uma argamassa bastarda de reabilitação condiciona significativamente as propriedades da pasta e do produto endurecido. Entre tal influência, destaca-se o aumento das propriedades mecânicas da argamassa, especialmente ao nível da sua resistência à flexão e compressão. Neste contexto, a sua aplicação traz vantagens evidentes ao nível do aumento de ductilidade destes sistemas de reabilitação.

Por outro lado, é também notório que a incorporação destes materiais pode alterar a estrutura da mesma argamassa, por vezes, de forma a obter propriedades que a limitam na utilização em reabilitação de alvenarias antigas. Entre tais propriedades, estão o módulo de elasticidade dinâmico, a aderência e o coeficiente de permeabilidade ao vapor de água.

Percebe-se que o resultado depende, sobretudo, da natureza e quantidade do polímero adicionado. Assim, parece razoável assumir que, dos polímeros estudados, qualquer um pode ser incorporado até percentagens de 1% e, adicionalmente, o polímero EVA avaliado, até 2.5%. Porém, não se pode afirmar que a diferença de resultados está na natureza química do polímero, já que todos apresentam aditivos estabilizantes que podem igualmente influenciar propriedades ao nível da pasta, por incorporação de ar, capazes de condicionar os resultados, depois, no estado endurecido.

No que respeita à influência sobre o produto em pasta, é igualmente evidente que a consistência da argamassa pode ser alterada e, por conseguinte o seu manuseamento. Embora não tenham sido efectuados avaliações com profissionais de aplicação sobre esta questão, é evidente a alteração do aspecto da pasta e o agravamento do manuseamento da mesma, especialmente para valores acima de 2% de adição do polímero.

A incorporação de polímero em argamassas de reabilitação deve, portanto, ser efectuada após uma avaliação sob várias perspectivas de análise e de requisitos à argamassa.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Appleton, J., *Reabilitação de edifícios antigos, Patologias e tecnologias de intervenção*, 1ª edição, 2003, edição Orion.
- [2] Pinho, F. S. Fernando, *Paredes de edifícios antigos em Portugal*, Edifícios 8, LNEC, 2000.
- [3] Veiga, M. Rosário, Carvalho, F. *Argamassas de reboco para paredes de edifícios antigos: Requisitos e características a respeitar*, Cadernos Edifícios 02, 39-55, LNEC, Outubro 2002.
- [4] Lanas, J., Alvarez, J. I., *Masonry repair lime-based mortars: factors affecting the mechanical behaviour*, Cement and concrete research, **33**, 2003, 1867-1876.
- [5] Arandigoyen, M., Alvarez, J. I., *Pore structure and mechanical properties of cement-lime mortars*, Cement and concrete research, **37**, 2007, 767-775.
- [6] Rixom, R and Mailvagan, N. *Chemical Admixtures for Concrete*, 3<sup>rd</sup> edition 1999 E&FN Spon, London.
- [7] Anagnostopoulos, A., Augoustinos, C., *Polymer-cement mortars for repairing ancient masonries mechanical properties*. Constr. And Building Materials, **16**, 2002, 379-384;
- [8] Morrison, R, Boyd, R., *Química Orgânica*, 11ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 1994, Lisboa.
- [9] Cowie, J.M.G., *Polymers: Chemistry and physics of modern materials*, Intertext Books, Stirling, 1973.
- [10] [www.wacker.com](http://www.wacker.com), acesso de 29/06/07.
- [11] [www.hexion.com](http://www.hexion.com), acesso de 29/06/07.
- [12] [www.BASF.com](http://www.BASF.com), acesso de 29/06/07.
- [13] Silva, L., *Rehabilitation mortars- An Industrial approach*, Workshop “Argamassas de reabilitação”, Universidade de Aveiro, Outubro, 2006.

- [14] EN 1015- *European standards for renders*
- [15] *Certification CSTB des Enduits Monocouches d'imperméabilisation, Modalités d'essais*, Cahiers du CSTB 2669-4, 1993.
- [16] Martys, N.S., Ferrais, C.F., *Capillary transport in mortars and concrete*. Cement and Concrete Research **27**, 1997, 747-760.