PROPRIEDADES DA ARGAMASSA MODIFICADA COM POLÍMEROS REDISPERSÍVEIS DE ACETATO DE VINILA E ETILENO (EVA)

Tema: Tecnologia dos materiais.
Grupo[1]: 1

KAREN S. BOMEDIANO[1], CARLOS E. M. GOMES[2]

[1]Mestranda, Universidade Estadual de Campinas – FEC/UNICAMP, karensorgi@hotmail.com
[2]Profº Drº, Universidade Estadual de Campinas – FEC/UNICAMP, cemgomes@fec.unicamp.br

RESUMO

Argamassas modificadas com polímeros são normalmente aplicadas em situações que requerem melhor desempenho, como exemplo, reparos estruturais. Nesta aplicação, os copolímeros comumente empregados são: estireno-butadieno, estireno-acrílico e acetato de vinila-etileno (EVA). O EVA foi adotado neste trabalho com intuito de verificar sua influência tanto no estado fresco quanto endurecido das argamassas. Os resultados evidenciaram melhorias na plasticidade bem como uma diminuição no módulo de deformação das argamassas, provavelmente devido maior incorporação de ar, evidenciada pelo aumento do índice de vazios. As argamassas modificadas também apresentaram menor absorção de água, atribuída à formação do filme polimérico e sua coalescência nos poros.

Palavras-chave: polímero redispersível, argamassa modificada, acetato de vinila etileno.

PROPERTIES OF MODIFIED MORTAR WITH VINYL ACETATE ETHYELENE (EVA)

ABSTRACT

Polymer-modified mortars are typically applied in situations requiring improved performance, such as structural repairs. The copolymers commonly employed are: styrene-butadiene, styrene-acrylic and vinyl acetate ethylene (VAE). The VAE was adopted in this work in order to verify its influence both in the fresh and hardened state of the mortars. The results evidenced improvements in plasticity as well as decrease the elastic modulus probably due to the air content evidenced by the increase of the voids. The modified mortars also presented low water absorption attributed to the formation of the polymer films and its coalescence in the pores.

Key-words: polymer powders, polymer modified mortar, vinyl acetate ethylene.

[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

Eventuais patologias e problemas de deterioração das estruturas de concreto implicam na necessidade de restauros para reestabelecimento de seu desempenho. Para esta finalidade, o uso de argamassas convencionais pode apresentar problemas de durabilidade ou desempenho devido a falhas de aderência e fissuras de retração hidráulica nas idades iniciais[1]. A baixa capacidade de absorção de energia das argamassas convencionais e sua microfissuração propicia, também, maior permeabilidade e ataque de agentes agressivos, prejudicando, assim, sua durabilidade.

Neste sentido, em vista de melhorar o desempenho das argamassas de restauro, observa-se o uso corrente de polímeros. Como observado na literatura[2-5], as argamassas modificadas tendem a apresentar além de melhor aderência, também menor retração e absorção de água, características desejáveis para esta aplicação, garantindo, assim, uma durabilidade superior às argamassas convencionais.

De forma geral, a adição de polímeros em argamassas cimentícias possui por finalidade modificar suas propriedades tanto no estado fresco quanto endurecido, porém, o resultado depende do tipo e teor de polímero empregado. No estado fresco a adição de um polímero pode, por exemplo, melhorar sua trabalhabilidade e, no estado endurecido, possibilitar incrementos de resistência à compressão ou tração[6]. Em especial, o módulo de deformação da argamassa cimentícia é reduzido[7] e faz com que o compósito tenha maior capacidade de absorção de energia e, provavelmente, apresente, também, melhor desempenho e menor fissuração[8].

Portanto, com intuito de colaborar nestas questões, o presente estudo teve por objetivo verificar a influência de dois copolímeros redispersíveis base de acetato vinila-etileno (EVA) no estado fresco e endurecido de argamassas de reparo, em especial, destinadas a pisos estruturais de concreto, em vista de maior capacidade de absorção de energia do compósito por meio da redução de seu módulo de deformação sem comprometimento de sua resistência mecânica.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais e Métodos

Os materiais utilizados na preparação das argamassas foram: cimento CPII-F-40, areia normal brasileira do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e dois copolímeros redispersíveis base acetato vinila etileno (EVA) (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades do copolímero EVA.

Propriedades do copolímero	Polímero A	Polímero B
Teor de sólidos (%)	99±1	99±1
Densidade (g/cm³)	0,49 a 0,59	0,40 a 0,55
Tamanho da partícula	0,5 - 8 µm	1 - 7 µm
Colóide protetor	Álcool polivinílico (PVA)	Álcool polivinílico (PVA)
Temperatura mínima de formação de filme	4 °C	0 °C

Fonte: autor.

Primeiramente, foi realizada uma pré-homogeneização do cimento com o polímero EVA e, logo após, acrescentou-se areia e água à mistura. Foram moldados corpos-de-prova cilíndricos 5cm x 10cm, com relação a/c fixa de 0,50, com diferentes teores dos copolímeros sobre o peso do cimento (s.p.c) (0%, 1,5%, 3%, 6% e 12%), sendo, posteriormente, submetidos à cura ambiente por um período de 28 dias. Utilizou-se um traço em massa (1:2) de argamassa, que representa um teor de argamassa comumente empregado na produção de concretos para pisos industriais.

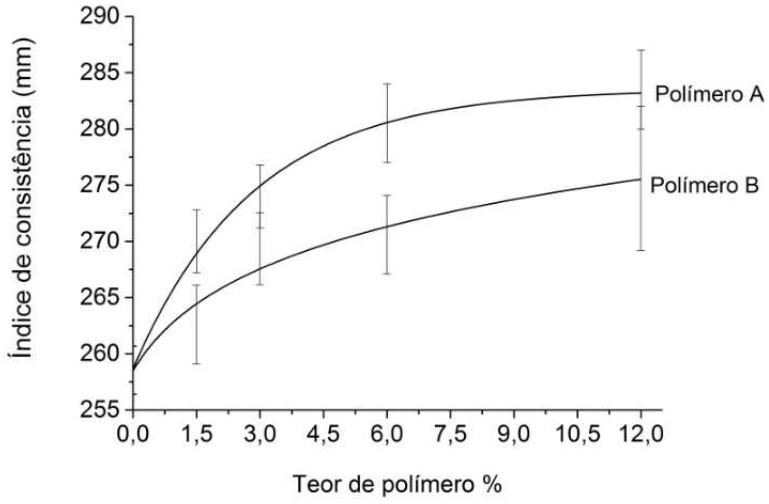
Para o procedimento experimental foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido, como: índice de consistência da argamassa, módulo de deformação, resistência à compressão axial e propriedades físicas. Os resultados de compressão axial aos 28 dias foram referentes à média de quatro corpos de prova, ensaiados de acordo com NBR 7215 [9] e os valores do módulo de deformação foram obtidos aos 28 dias, a partir da média de três corpos de prova, o mínimo exigido pela NBR 8522 [10]. Os ensaios dos índices físicos foram realizados aos 28 dias de idade de acordo com a NBR 9778 [11].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice de consistência da argamassa

Em conformidade com a literatura, houve um aumento na plasticidade das argamassas quando o teor dos copolímeros foi incrementado (Figura 1) [12]. Notou-se que o copolímero A obteve maior espalhamento em relação ao copolímero B. Isto pode ser explicado pela incorporação de ar, que depende da ação destes polímeros como tensoativos. A incorporação de microbolhas de ar diminui o atrito entre grãos e aumenta o índice de consistência da argamassa, porém, pode influenciar em suas propriedades mecânicas, tais como resistência à compressão e módulo de deformação, como apresentado no item 3.2.

Figura 1 - Avaliação da consistência da argamassa modificada com EVA pelo ensaio do *flow table*.



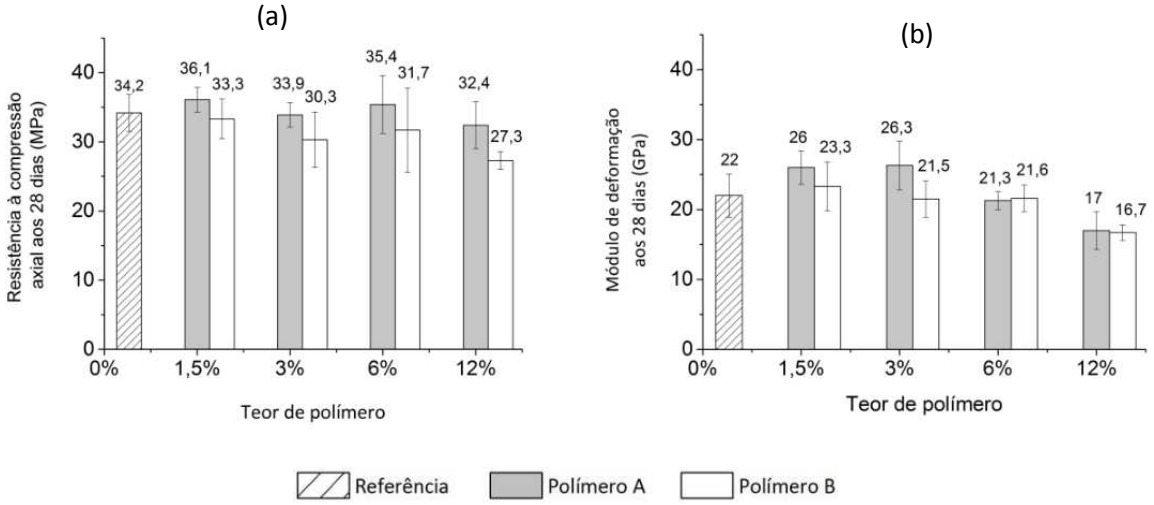
Fonte: autor.

Os principais fatores relacionados ao aumento da plasticidade e índice de consistência das argamassas modificadas estão relacionados às partículas poliméricas que agem como esferas, à incorporação de ar e o efeito de dispersão causado pela ação surfactante do polímero, que ocorre durante os primeiros minutos de hidratação [13].

3.2 Resistência à compressão axial e módulo de deformação

Os resultados mostraram que houve uma redução da resistência à compressão e módulo de deformação das argamassas estudadas para o teor máximo de polímero adotado (12%) (Figura 2). Provavelmente, para este teor, houve maior incorporação de ar, também justificada pela menor densidade das argamassas modificadas (Figura 3c). Para o copolímero A, os menores teores de 1,5%, 3% e 6% acarretaram em melhores propriedades mecânicas das argamassas, possivelmente, nestes teores, a menor incorporação de ar permitiu um melhor adensamento destas argamassas. Apesar de comportamento análogo, as argamassas que empregaram o copolímero B apresentaram sempre resultados inferiores às argamassas que adotaram o copolímero A, bem como apresentaram maior desvio-padrão dos resultados. Isto evidencia que polímeros de mesma base podem apresentar resultados e comportamentos muito distintos conforme sua propriedade tensoativa ou sua composição com outros agentes que inibam ou diminuam uma possível formação de microbolhas e incorporação de ar.

Figura 2 – Resistência à compressão axial (a) e módulo de deformação (b) aos 28 dias das argamassas modificadas com EVA.



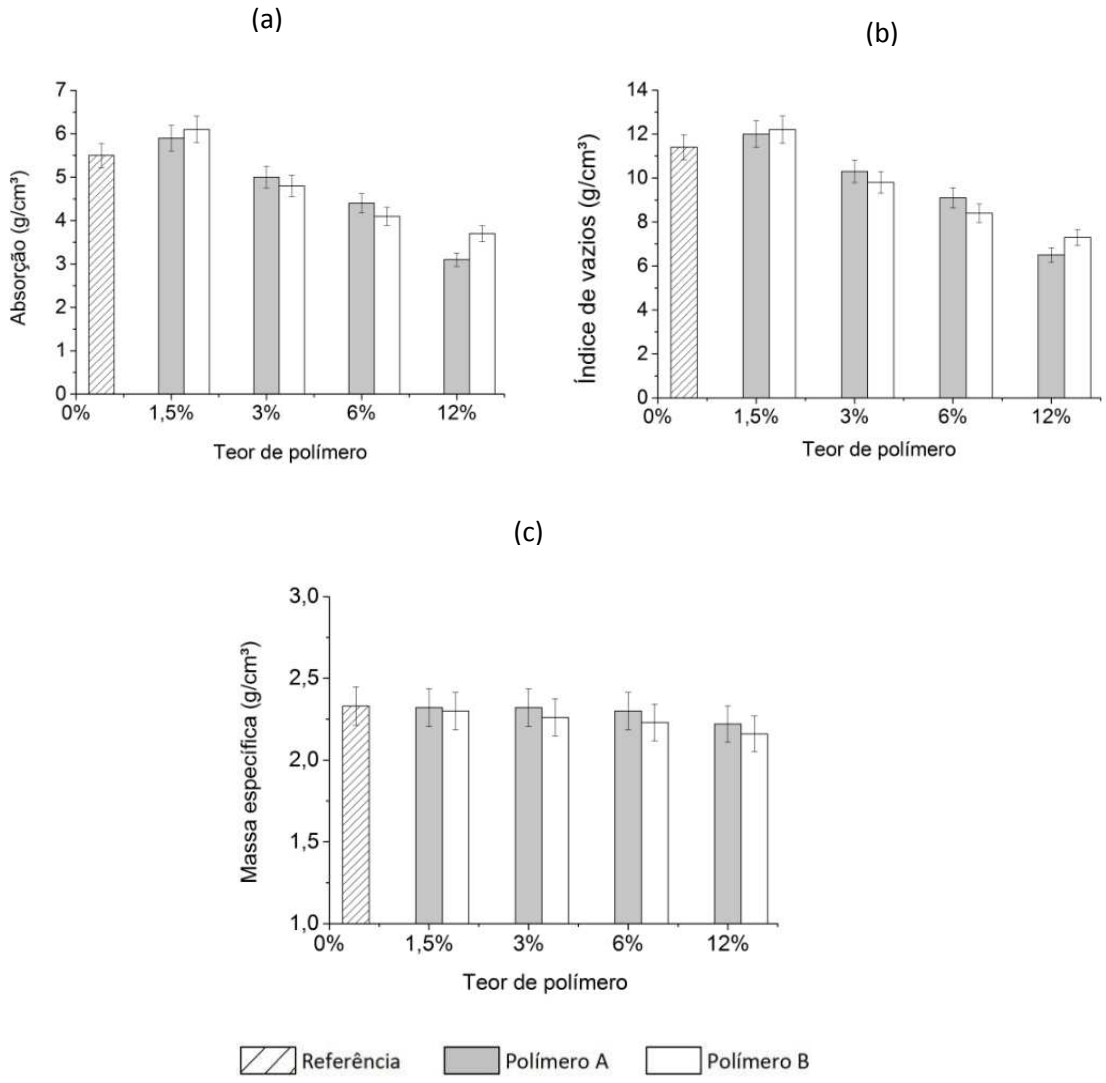
Fonte: autor.

Como observado na literatura, as argamassas modificadas com polímeros possuem pelo menos 3% a mais de ar incorporado do que argamassas convencionais[14]. O aumento substancial da porosidade interna com a adição de polímero pode até diminuir a resistência dos compósitos, porém, a selagem dos poros pela formação do filme polimérico, pode atribuir maior durabilidade ao material. Outro fator que também pode influenciar diretamente nas propriedades mecânicas das argamassas modificadas é sua condição de cura (úmida, térmica ou ambiente) [15]. Neste trabalho, optou-se pela cura ambiente mais adequada para a condição de estudo.

3.3 Índices físicos

As argamassas modificadas apresentaram menor absorção de água para teores acima de 3% de EVA (Figura 3). Para os teores de 6% e 12%, apesar do possível aumento da incorporação de ar, estes poros foram selados pela coalescência do polímero, acarretando, também, em menor absorção de água. Esta menor permeabilidade está atribuída ao fato das partículas de polímeros serem menores que os grãos de areia e de cimento, preenchendo pequenos vazios e eventualmente coalescendo em um filme polimérico que envolve o agregado e as partículas de cimento [15]. O filme polimérico formado apresenta uma estrutura monolítica que é responsável pela ligação entre o polímero e a matriz melhorando as características mecânicas e de durabilidade [16].

Figura 3 – Índices físicos aos 28 dias das argamassas modificadas com EVA. Absorção (a); Índice de vazios (b); Massa específica (c).



Fonte: autor.

4. CONCLUSÕES

Os polímeros EVA são capazes de melhorar algumas propriedades das argamassas convencionais. As argamassas modificadas apresentam maior plasticidade no estado fresco, garantindo melhor trabalhabilidade. No estado endurecido, a redução do módulo de deformação da argamassa modificada foi mais pronunciada no teor de 12%, induzindo uma possível melhoria em sua capacidade de absorção de energia, característica importante para as argamassas de reparo, bem como sua aderência ao substrato, não estudada neste

trabalho. A adição dos copolímeros estudados em altos teores pode diminuir a resistência à compressão da argamassa possivelmente devido ao teor de ar incorporado no momento da mistura, aumentando sua porosidade, o que pode prejudicar sua aplicação em reparos estruturais. A redução na absorção de água é proporcional ao aumento no teor de EVA, que pode acarretar em maior estanqueidade das argamassas e durabilidade frente agentes químicos. Pelas propriedades apresentadas, a modificação de argamassas por meio do EVA pode ser considerada uma alternativa potencial para argamassas de reparo em estruturas de concreto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMED SHAIKH FAIZ UDDIN. Mechanical and Durability Properties of Mortars Modified with Combined Polymer and Supplementary Cementitious Materials. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 23, n. 9, p. 1311–1319, 1 set. 2011.

2. OHAMA, Y. **Handbook of polymer-modified concrete and mortars: properties and process technology**. William Andrew, 1995.

3. RAMLI, M.; TABASSI, A. A. Effects of polymer modification on the permeability of cement mortars under different curing conditions: A correlational study that includes pore distributions, water absorption and compressive strength. **Construction and Building Materials**, v. 28, n. 1, p. 561–570, mar. 2012.

4. RAMLI, M.; TABASSI, A. A.; HOE, K. W. Porosity, pore structure and water absorption of polymer-modified mortars: An experimental study under different curing conditions. **Composites Part B: Engineering**, v. 55, p. 221–233, 1 dez. 2013.

5. WENG, T.-L. Evaluation of cementitious repair mortars modified with polymers. **Advances in Mechanical Engineering**, v. 9, n. 1, p. 168781401668858, jan. 2017.

6. MARANHÃO, F. L.; JOHN, V. M. Bond strength and transversal deformation aging on cement-polymer adhesive mortar. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 2, p. 1022–1027, 1 fev. 2009.

7. RIBEIRO, M. S. S.; GONÇALVES, A. F.; BRANCO, F. A. B. Styrene-butadiene polymer action on compressive and tensile strengths of cement mortars. **Materials and Structures**, v. 41, n. 7, p. 1263–1273, ago. 2008.

8. WANG, R.; WANG, P.-M. Action of redispersible vinyl acetate and versatate copolymer powder in cement mortar. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 11, p. 4210–4214, 1 nov. 2011.

9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão - NBR 7215.** Rio de Janeiro, 1997.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto - Determinação do modo estático de elasticidade à compressão - NBR 8522.** Rio de Janeiro, 2008.

11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica - NBR 9778.** Rio de Janeiro, 2009.

12. OHAMA, Y. Polymer-based admixtures. **Cement and Concrete Composites**, v. 20, n. 2–3, p. 189–212, jan. 1998.

13. BETIOLI, A. M. et al. Effect of EVA on the fresh properties of cement paste. **Cement and Concrete Composites**, v. 34, n. 2, p. 255–260, 1 fev. 2012.

14. GEIST, J. M.; AMAGNA, S. V.; MELLOR, B. B. Improved Portland Cement Mortars with Polyvinyl Acetate Emulsions. **Industrial & Engineering Chemistry**, v. 45, n. 4, p. 759–767, abr. 1953.

15. RAMLI, M.; AKHAVAN TABASSI, A. Effects of polymer modification on the permeability of cement mortars under different curing conditions: A correlational study that includes pore distributions, water absorption and compressive strength. **Construction and Building Materials**, v. 28, n. 1, p. 561–570, mar. 2012.

16. AFRIDI, M. U. K. et al. Development of polymer films by the coalescence of polymer particles in powdered and aqueous polymer-modified mortars. **Cement and Concrete Research**, v. 33, n. 11, p. 1715–1721, 1 nov. 2003.