INFLUÊNCIA DO TEOR DE ÉTER DE CELULOSE (HPMC) NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DAS ARGAMASSAS COLANTES

Tema: Tecnologia dos materiais
Grupo[1]: 1

LEIDIMARA A. M. KOTOVIEZY[1], WALESKA BARBOSA[2], ISAC JOSÉ DA SILVA[3], MARIENNE. R. M. M. COSTA[4]

[1] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná/UFPR, leidi_mara@yahoo.com.br;
[2] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná/UFPR, waleskabbb@hotmail.com;
[3] VOTORANTIM CIMENTOS – Operações Argamassas – Performance & Qualidade – isac.silva@vcimentos.com;
[4] Profa. Dra., Universidade Federal do Paraná/UFPR, mariennemaron@gmail.com;

RESUMO

O presente trabalho avalia a influência do éter de celulose (HPMC) no comportamento reológico da argamassa colante. Foram utilizados quatro teores de HPMC: 0,15%, 0,20%, 0,25% e 0,30% em função da massa de sólidos. Os experimentos de avaliação foram: o tempo em aberto, a resistência ao deslizamento, as resistências de compressão (*squeeze flow*) e a tração (*pull out flow)* no estado fresco, bem como a resistência de aderência à tração no estado endurecido. O aditivo influenciou na resistência ao fluxo das argamassas por conta do acréscimo na consistência que, por sua vez, dificultou a saída do ar incorporado. Todas as argamassas apresentaram área de cobrimento do tardoz superior a 80%, para o período de 30 min. Contudo, a maior resistência ao fluxo foi para a argamassa com maior teor de aditivo, de forma que isso pode ter influenciado no decréscimo da resistência de aderência.

Palavras-chave: argamassa colante, comportamento reológico, resistência de aderência, éter de celulose.

INFLUENCE OF CELLULOSE ETHER (HPMC) ON THE RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF THE ADHESIVE MORTAR

ABSTRACT

The present work evaluates the influence of the cellulose ether (HPMC) on the rheological behavior of the adhesive mortar. Thus, four HPMC contents were used: 0.15%, 0.20%, 0.25%

[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.

and 0.30% depending on the mass of solids (cement and sand). The evaluation tests were the open time, slip resistance, squeeze flow and pull out flow in the fresh state, as well as the adhesion strength to the traction in the hardened state. The additive influenced the flow resistance of the mortars due to the increase in the consistency, which, in turn, made the outlet of the incorporated air difficult. All the mortars had cover area of more than 80% for the period of 30 min. However, the higher flow resistance was for mortar with higher additive content, so that this may have influenced the decrease in adhesion strength.

Key-words: adhesive mortars, rheological behavior, tensile strength, cellulose ether

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição em relação à produção e ao consumo de revestimentos cerâmicos no mundo [1]. Por conseguinte, a produção e o consumo de argamassa colante também são elevados. Isso porque ela é a interface ligante entre o revestimento cerâmico e o substrato, sendo que é nessa interface que estão concentrados os maiores números de falhas nos sistemas de revestimento [2; 3]. Nesse contexto, o aditivo polimérico é empregado para auxiliar na aplicação da argamassa colante, pois promove maior retenção de água. Assim como aumenta o tempo em aberto, também melhora a adesão inicial e a impregnação da argamassa no tardoz da placa cerâmica [4; 5]. Outro fator é a formação de uma película muito fina e impermeável sobre a superfície da argamassa no estado fresco [6; 7] e na superfície da partícula de cimento, produzindo uma camada estérica e impedindo sua aglomeração [8]. Por outro lado, o emprego desse aditivo favorece a incorporação de bolhas de ar durante o processo de mistura, aumentando consideravelmente a quantidade de bolhas e corroborando a coalescência dessas bolhas [9].

Os mecanismos de atuação do aditivo éter de celulose podem ser divididos em três etapas [10]: em primeiro lugar, ocorre a adsorção quando as moléculas do polímero interagem na superfície das moléculas de água; na sequência, a associação, que está relacionada à força de atração entre as moléculas poliméricas (tal fato dificulta ainda mais a mobilidade da água); e, por último, o entrelaçamento das cadeias poliméricas, que ocorre quando utilizado elevado teor de aditivo. Em baixas taxas de cisalhamento, esses emaranhados de cadeias poliméricas dificultam o fluxo e, por conseguinte, aumentam a viscosidade aparente. No entanto, ao aumentar a taxa cisalhante, ocorre um alinhamento das cadeias, e o efeito é quebrado.

Dessa forma, entende-se que o aditivo polimérico afeta significativamente o comportamento reológico das argamassas colantes. Isso pode ser relacionado com a resistência de aderência das argamassas colantes [11]. No estado endurecido, os aditivos promovem alterações na microestrutura das argamassas colantes, influenciando na resistência de aderência e, consequentemente, impactando na durabilidade do sistema de revestimento cerâmico [4; 12].

Este artigo discute, portanto, a influência do teor de éter de celulose HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) na reologia das argamassas. Foram empregados, para isso, os testes de compressão (*squeeze flow*) e tração (*pull out flow*) no estado fresco, bem como o tempo em aberto (*quick open time*) e resistência ao deslizamento. No estado endurecido, foi avaliada a resistência de aderência à tração. As argamassas colantes foram formuladas em laboratório e submetidas à cura normal NBR 14081-4 [13], e os dados são resultado de uma pesquisa de mestrado [14].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nas formulações, foi empregado o Cimento Portland, composto de filler, tipo II da classe 32 MPa. A Tabela 1 apresenta as características químicas e físicas do cimento. Foi utilizada areia natural de quartzo com dimensão passante na peneira 0,6mm e retida na peneira 0,09mm. A areia apresentou mais de 50% de material retido entre as peneiras 0,13mm e 0,11mm. Os polímeros adicionados nas formulações foram: um éter de celulose semissintético solúvel em água, hidroxipropilmetilcelulose (HPMC); e um copolímero à base de monômeros de acetato de vinila e etileno (EVA). A Tabela 2 apresenta as especificações dos aditivos fornecidas pelo fabricante.

Tabela 1 – Caracterização química e física do Cimento Portland

Composição química por fluorescência de raios X (%)														
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	Mn_2O_3	P_2O_5	TiO_2	ZnO	SrO	P.Fogo	R.I
23,16	3,2	2,84	55,29	9,09	0,36	0,99	2,19	0,008	0,1	0,18	0,02	0,08	2,48	1,02

Propriedades físicas									
Tempo de pega (min)		Consistência (%)	#200 (%)	# 325 (%)	Blaine (cm^2/g)	Massa específica g/cm^3	Resistência à compressão (MPa)		
Inicial	Final						3 dias	7 dias	28 dias
230	305	27,8	1,3	6,1	3530	3,13	27	32,1	40,1

Tabela 2 – Especificações dos aditivos poliméricos fornecidas pelo fabricante

EVA	Teor de sólidos:	99 ± 1 (%)
	Coloide protetor:	Álcool polivinílico (EVA)
	Tamanho médio de partícula:	80 µm
	Densidade:	0.5 (g/ml)
HPMC	Viscosidade:	48,000~56,000 MPa·s
	Tamanho de partícula:	< 177 µm: mínimo de 95%

Foram compostas quatro formulações variando apenas o aditivo éter de celulose (HPMC: 0,15%, 0,2%, 0,25% e 0,30%), sendo 25% de cimento, 75% de areia, 2,0% de EVA, e com o teor de 23% de água em relação à massa total de sólidos. Os aditivos também foram dosados em relação à massa total de sólidos (areia + cimento). Todo o processo experimental foi executado

em laboratório com condições ambientais controladas, temperatura de 23 ± 2°C e umidade relativa de 60 ± 5%. A mistura foi realizada conforme a NBR14081-2 [15]. O tempo de maturação das argamassas no estado fresco foi de 15min, de acordo com a recomendação do fornecedor do aditivo HPMC. Os substratos-padrão utilizados nos experimentos foram preparados conforme a NBR 14081-2 [15].

As argamassas foram submetidas ao teste de resistência ao deslizamento (NBR14081-5) [16] e tempo em aberto. O procedimento utilizado nesse ensaio foi adotado de acordo com o realizado pelos autores Souza et al. [17] para um período de 30min. A área de molhagem do tardoz da placa cerâmica foi calculada através do software ImageJ, que por contraste na imagem possibilita a quantificação da área.

O *squeeze flow* é normatizado para argamassas convencionais, NBR 15839 [18], ainda que para argamassas colantes também possa ser utilizado. Neste trabalho, o ensaio foi realizado conforme as adaptações de KUDO [19]. No confinamento da argamassa, foi utilizado um anel de PVC com diâmetro interno de 100mm e altura de 10mm. A argamassa foi moldada sobre a placa inferior e posicionada na prensa universal (EMIC, 100 KN). O diâmetro da placa superior (ou punção) foi de 50,8mm, sendo ambas as placas de aço inox. Ao iniciar o teste, o punção foi posicionado a 100mm da amostra e foi aplicada uma taxa de deslocamento de 0,1mm/s. A partir do contato punção/argamassa, o deslocamento máximo permitido foi de 8mm. Após atingir essa posição, o punção permaneceu estacionado por aproximadamente 6 segundos. Na sequência, sob mesma taxa de deslocamento, o punção retornou à posição inicial. Essa etapa refere-se à resistência à tração máxima que ocorre com a ruptura da estricção da argamassa colante, também denominada *pull out flow*. O resultado é apresentado em uma curva da carga de compressão (devido à penetração do punção na argamassa) e de tração (subida do punção), ambas em função da taxa de deslocamento do punção. Foram realizadas três repetições para cada amostra, e a curva apresentada é a curva média.

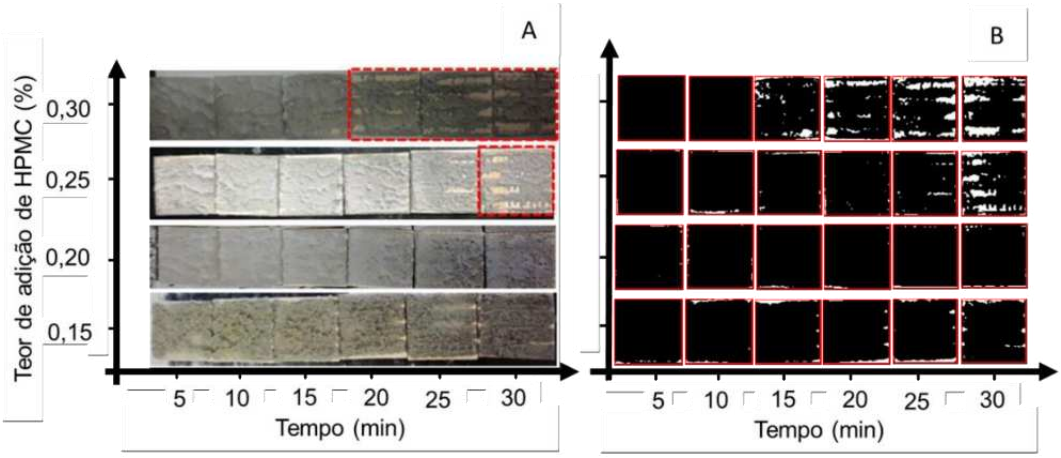
A propriedade avaliada no estado endurecido foi a resistência de aderência à tração com cura normal. A moldagem das placas foi realizada de acordo com a NBR 14081-2 [15] e utilizou-se a NBR 14081-4 [13] para ensaio de resistência de aderência à tração. Para o arrancamento dos corpos de prova, foi empregado o dinamômetro Dyna Z6 da Proceq. Foram preparadas duas placas para cada formulação, totalizando 20 corpos de prova. Os resultados foram tratados estatisticamente, a fim de eliminar valores espúrios, conforme as recomendações da NBR 14081-1 [20].

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Estado Fresco

Para verificar o comportamento das formulações sob mesmo teor de água, foram realizados os ensaios de resistência ao deslizamento e tempo em aberto. Dessa forma, verificou-se que todas as formulações apresentaram deslizamento inferior a 2mm, conforme requerido pela NBR 14081-5 [16]. A avaliação do tempo em aberto foi através do tratamento das imagens, conforme Figura 1, sendo possível verificar a área de molhagem da argamassa no tardoz da placa cerâmica em relação ao tempo de até 30min. Na Figura 1 (A) estão apresentadas as imagens registradas após o término do ensaio para cada argamassa e na Figura 1 (B), o resultado obtido após o tratamento das imagens por contraste.

Figura 1 - A influência do teor de HPMC na avaliação do tempo em aberto*:* A) imagens após o término do teste; B) utilização do software ImageJ para cálculo da área de cobrimento da argamassa no tardoz da peça cerâmica.



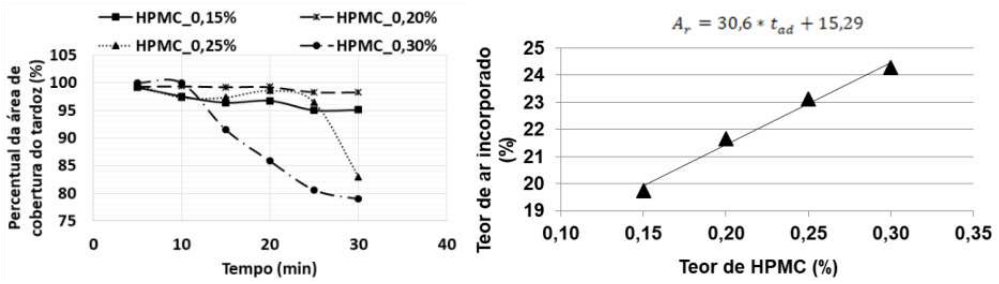
Fonte: os autores.

O software ImageJ possibilitou o cálculo da área de cobertura da argamassa no tardoz da peça cerâmica, de modo que os resultados estão apresentados na Figura 2 (a). No tempo de 5min, todas as argamassas apresentaram cobertura de aproximadamente 100%. Até 25min a área de impregnação no tardoz da peça cerâmica foi superior a 95% para as amostras com os teores entre 0,15% a 0,25%. A argamassa HPMC_0,3% apresentou maior redução na área de impregnação e, aos 20min, iniciou o esmagamento dos cordões da argamassa. Tal fato indica perda de adesividade no decorrer do tempo. Mesmo assim, a argamassa atendeu aos critérios indicados para esse ensaio, que são: de no mínimo 80% de cobertura aos 20min e 50% aos 30min [17]. A argamassa HPMC_0,2% apresentou o melhor desempenho, com maior impregnação da argamassa no tardoz para todos os tempos analisados.

O teor de ar incorporado (Ar) aumentou em função do acréscimo do teor aditivo (t_{ad}) HPMC, seguindo a reta linear apresentada na Figura 2 (b) com coeficiente de correlação de 0,989, resultando que quanto maior o teor de aditivo maior foi o teor de ar incorporado.

Os perfis reológicos das argamassas obtidos através do ensaio de *squeeze flow* e resistência à tração estão apresentados na Figura 3, juntamente com o teor de ar incorporado para cada amostra. É possível, por meio da relação entre carga *versus* deslocamento, verificar que o polímero HPMC modifica o comportamento reológico das argamassas sob compressão, conforme Figura 3 (a). Apesar de as curvas apresentarem perfis semelhantes, observa-se que teores mais baixos de HPMC resultaram em menor resistência ao fluxo. Tal fato também pode ser verificado empiricamente na moldagem das placas para os ensaios no estado a fresco. As argamassas com teores de HPMC de 0,15% e 0,20% apresentaram maior facilidade de manuseio, ou seja, menor força manual para estender a argamassa sobre a placa de concreto e maior facilidade para realizar os cordões.

Figura 2 – Percentual da área de cobertura do tardoz pela argamassa em função do tempo para cada teor de HPMC: a) tempo em aberto; b) teor de ar incorporado.



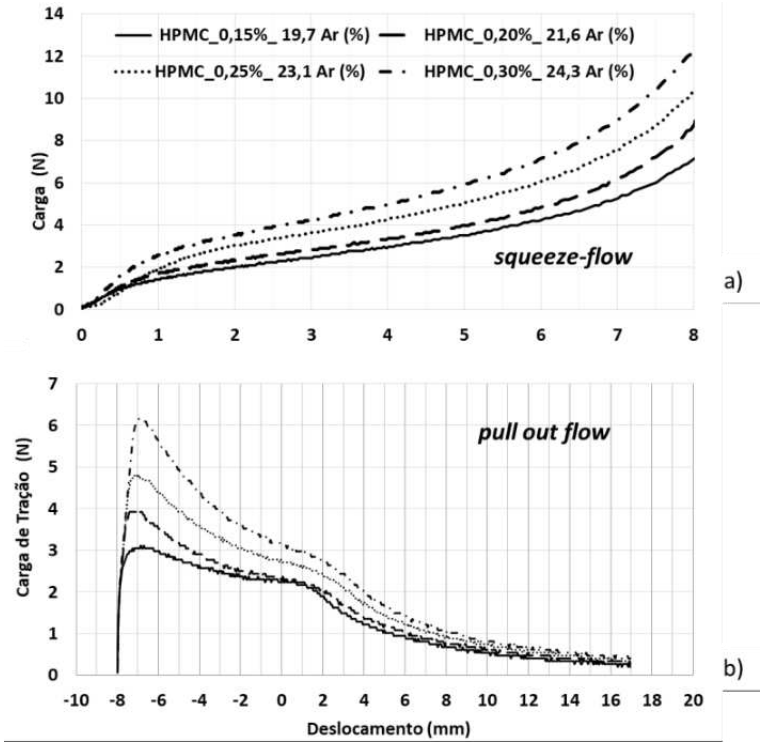
a) b)

Ainda na Figura 3 (a), é possível observar que as argamassas só apresentaram deformação elástica e plástica, sem o aparecimento do enrijecimento, o que indica separação de fase [20]. Isso se deve ao fato de o aditivo ter inibido a separação de fase, devido ao acréscimo na viscosidade da argamassa, mesmo em baixos teores. As argamassas HPMC_0,25% e HPMC_0,30% apresentaram maior resistência ao fluxo, e as cargas de compressão foram maiores quando comparadas às amostras HPMC_0,15% e HPMC_0,20%. Isso indica que o acréscimo no teor de HPMC promoveu um aumento na consistência que, por conseguinte, dificultou o fluxo da argamassa. Tal fato vem de encontro ao resultado obtido no ensaio do tempo em aberto. Contudo, o maior teor de ar incorporado não atuou como facilitador do fluxo das argamassas, tendo em vista que o aumento no teor do aditivo proporcionou acréscimo na carga de compressão durante o deslocamento do punção. Para comparar o efeito de resistência ao fluxo entre as amostras, foi calculada, por integral, a área abaixo da curva (A_{bc}), e este valor foi correlacionado com o t_{ad}. Como resultado, tem-se a equação (1), que apresentou um coeficiente de determinação de 0,986.

$$A_{bc} = 123{,}02 * t_{ad} + 6{,}31 \quad (1)$$

Até o momento é possível afirmar que o ar incorporado e a área abaixo da curva de compressão são fortemente dependentes do teor de aditivo. Pourchez et al. [9] afirmam que as bolhas incorporadas em pasta de cimento com diferentes aditivos HPMCs são numerosas, maiores e apresentam menor mobilidade. Os autores relatam que há maior facilidade de estabilização do ar incorporado devido à formação de um filme na interface cimento/ar úmido, uma vez que esses aditivos apresentam forte afinidade entre água e ar.

Figura 3 – Influência do éter de celulose (HPMC) no comportamento reológico através das curvas obtidas pelo ensaio: a) *squeeze flow*; b) resistência à tração *(pull out flow*).



Fonte: os autores

Considerando esses fatores, pode-se afirmar que as bolhas de ar incorporadas nas argamassas colantes, aqui analisadas, atuam como partículas sólidas e proporcionam resistência ao fluxo. Esse fato pode contribuir para aumentar a viscosidade das argamassas, além do acréscimo na consistência advindo do próprio aditivo. Obtém-se então a equação (2), que avalia a influência do Ar na A_{bc} via *squeeze flow,* apresentando R^2 de 0,952:

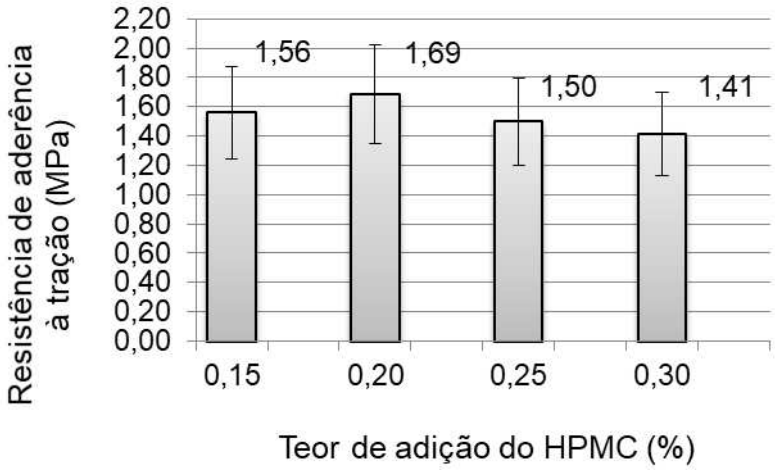
$$A_r = 3{,}93 * A_{bc} - 53{,}18 \qquad (2)$$

O comportamento reológico das argamassas caracterizadas pelo ensaio de tração, Figura 3 (b), apresentou a mesma tendência, sob influência do teor de HPMC empregado. Quanto maior o teor de aditivo, maior foi a resistência ao deslocamento ascendente do punção para o intervalo de deslocamento de 8mm a 0mm. À medida que o deslocamento foi avançando, as resistências ao fluxo foram se igualando até ocorrer a ruptura por estricção, e as cargas permaneceram constantes.

3.2. Resistência de aderência à tração

Na Figura 5, encontram-se os resultados de resistência de aderência à tração, os quais indicam que o teor de HPMC não apresentou efeito direto nessa propriedade, tendo em vista que a variação entre as medidas de uma mesma argamassa e entre as argamassas de diferentes teores se sobrepuseram. Todos os resultados foram superiores a 1,0 MPa. Segundo os requisitos normativos [21], essas argamassas são classificadas como tipo ACIII, e as rupturas foram 100% na argamassa. Essa elevada aderência é influenciada pela adição do polímero EVA que foi empregado nas formulações em uma proporção de 2%.

Figura 5 – A influência do éter de celulose (HPMC) na resistência de aderência à tração



Fonte: os autores

Pode-se dizer que o teor ideal de HPMC é de 0,20%, pois foi a argamassa que apresentou maior resistência de aderência na cura normal, 1,69 MPa. Esse valor é 19% superior ao da argamassa formulada com maior teor de adição, HPMC de 0,30%.

De modo geral, o aumento no teor de HPMC pode promover um decréscimo na resistência de aderência devido ao acréscimo na resistência ao fluxo, que dificulta o espalhamento da argamassa na base. O filme impermeável formado sobre a superfície da argamassa [6; 7] pode ser outro fator relacionado à quantidade de aditivo, sendo este último responsável pela redução na resistência de aderência, conforme observado no tempo em aberto. Esse

comportamento está de acordo com o apresentado por Costa et al. [22], sendo que argamassas viscosas tendem a apresentar menor resistência de aderência por conta da dificuldade de aplicação e de preenchimento da rugosidade responsável pela ancoragem da argamassa na interface.

4. CONCLUSÃO

Com base nos cálculos da área de cobertura da argamassa no tardoz da placa cerâmica, ensaio tempo em aberto, verificou-se que todos os teores de HPMC empregados apresentaram uma boa adesividade inicial, visto que a menor área de cobertura foi cerca de 80% para o tempo de 30min (amostra HPMC_0,3%). Por outro lado, o aumento no teor do HPMC influencia negativamente no comportamento reológico das argamassas, tornando-as mais resistentes ao fluxo. O mesmo foi observado no ensaio de tração no estado fresco, sendo a resistência à tração proporcional ao teor de aditivo. O incremento na viscosidade pode ter influenciado na resistência de aderência à tração, pois argamassas com maiores teores de HPMC tenderam a ter menor aderência. Existe, entretanto, um teor ótimo que no presente estudo foi de 0,20%. As amostras HPMC_0,2% apresentaram melhor desempenho, tanto no comportamento reológico, com curva de fluxo semelhante à argamassa de menor teor de HPMC, como na melhor impregnação do tardoz durante o teste de tempo em aberto e, ainda, maior resistência de aderência à tração no estado endurecido.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Votorantim Cimentos, em especial aos colaboradores do Centro Técnico e P&D, pelo suporte fornecido durante a realização desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/brasil>. Acesso em: 06/01/2019 às 8h51.

2. MANSUR, A. A. P.; SANTOS, D. B.; MANSUR, H. S. **A microstructural approach to adherence mechanism of poly (vinyl alcohol) modified cement systems to ceramic tiles.** Cement and Concrete Research, v. 37 (2007), 270–282.

3. BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. N. B. **Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília**. Cerâmica 61 (2015), 151-159. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581786>.

4. JENNI, A. Influence of polymers on microstructure and adhesive strength of cementitious tile adhesive mortars. **Cement and Concrete Research**, v. 35, 35-50, 2005.

5. WINNEFELD, F. **Moisture induced length changes of tile adhesive mortars and their impact on adhesion strength.** Construction and Building Materials, v. 30, 426-438, 2012.

6. RUOT, B.; GOTO, T.; POURCHEZ, J. Some aspects of cellulose ether sand latexes influence on the properties of cement-based materials — examples of results obtained within the CEREM. In: VII SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. **Anais do VII SBTA**. Recife, 2007.

7. PATURAL, L. Influence of cellulose ether particle size on water of freshly-mixed mortars. **Journal du CEREM,** hal-00457932, version 1, 18 Feb 2010, Saint-Étienne, Cedex 2, FRANCE.

8. BETIOLI, A. M. **Influência dos polímeros MHEC e EVA na hidratação e comportamento reológico de pastas de cimento Portland.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007, Florianópolis, p. 188.

9. POURCHEZ, J.; ROUT, B.; DEBAYLE, J.; POURCHEZ, E.; GROSSEAU, P**. Some aspects of cellulose ethers influence on water transport and porous structure of cement-based materials**. Cement and Concrete Research, v. 40 (2010), 242–252.

10. KHAYAT, Kamal H. **Viscosity-Enhancing Admixtures for Cement-Based Materials - An Overview**. Cement and Concrete Composites, v. 20, p. 171-188. 1998.

11. COSTA, M. R. M. M.; CINCOTTO, M. A.; PILEGGI, R. G. Análise comparativa de argamassas colantes de mercado e seu comportamento reológico. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais do VI SBTA.** Florianópolis, 2005.

12. OLIVEIRA, J. **Estudo das propriedades de argamassas colantes submetidas à saturação e secagem**. 2004. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-4**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2012.

14. KOTOVIEZY, L. A. M. **Desempenho de composições de argamassas colantes formuladas em laboratório com ênfase no efeito da cura térmica segundo a NBR 14081-4.** Programa Pós-Grad. Eng. Construção Civ., UFPR, 2014.

15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-2**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 2015.

16. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-5**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 5: Determinação do deslizamento. Rio de Janeiro, 2012.

17. SOUZA, L. P.; PEREIRA, E.; SILVA, I. J.; COSTA, M. R. M. M. Avaliação do tempo em aberto (*Quick Open Time*) de argamassas colantes através do ensaio modificado de retenção de água. In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais do X SBTA.** Fortaleza, 2013. ISSN 2238-0191, p. 1-15.

18. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15839**: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método Squeeze Flow. Rio de Janeiro, 2010.

19. KUDO, E. K. **Caracterização reológica de argamassa colantes.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP. São Paulo, 2011, 140p.

20. CARDOSO, F. A.; CAMPORA, F.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. **Caracterização reológica das argamassas do mercado por squeeze-flow.** VII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Recife, 2007, p. 10.

21. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

22. COSTA, M. R. M. M.; PEREIRA, E.; PILEGGI, R. G.; CINCOTTO, M. A. **Study of the influential factors on the rheological behavior of adhesive mortar available in the Market**. São Paulo, IBRACON, 2013. v. 6, n. 3, p. 399-413. ISSN 1983-4195.