

Análise de argamassas de reparo compostas por copolímero vinílico, PVA e SBR

M. H. de Souza^{1*} , R. A. de Souza¹ 

* Autor de Contato: mateushsouza@outlook.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.330>

Recepção: 09/07/2018 | Aceitação: 27/05/2019 | Publicação: 30/07/2019

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo desenvolver e analisar argamassas poliméricas de reparo compostas por copolímero vinílico, PVA (acetato de polivinila) e SBR (estireno-butadieno). Foram realizados ensaios para a determinação das resistências à compressão e tração por compressão diametral. Além disso, determinou-se a resistência aderente entre o reparo e o concreto por meio de um ensaio de tração por compressão diametral. Entre os materiais testados, notou-se que o material modificado por SBR teve o melhor desempenho, sobretudo com relação à aderência ao concreto. De modo geral, os resultados mostraram que as argamassas modificadas pelos polímeros estudados podem atender à função de material de reparo.

Palavras-chave: reparo; argamassa polimérica; manifestações patológicas; argamassa de reparo; resistência à aderência.

Citar como: de Souza, M. H., de Souza, R. A. (2019), “Análise de argamassas de reparo compostas por copolímero vinílico, PVA e SBR”, Revista ALCONPAT, 9 (3), pp. 277 – 287, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.330>

¹ Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Informações legais

Revista ALCONPAT é uma publicação trimestral da Associação Latino-Americana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação de Construção, Internacional, A.C., Km. 6, antiga estrada para Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Website: www.alconpat.org

Editor responsável: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de direitos de uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos concedidos pelo Instituto Nacional de Direitos Autorais. Responsável pela última atualização deste número, Unidade de Informática ALCONPAT, Eng. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antiga estrada para Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310.

As opiniões expressas pelos autores não refletem necessariamente a posição do editor.

É totalmente proibida a reprodução total ou parcial dos conteúdos e imagens da publicação sem autorização prévia do ALCONPAT International A.C.

Qualquer discussão, incluindo a resposta dos autores, será publicada no segundo número do ano 2020, desde que a informação seja recebida antes do fechamento do primeiro número do ano de 2020.

Analysis of compost repair mortars by vinyl copolymer, PVA and SBR

ABSTRACT

This work has as its objective the development and analysis of compostable polymeric mortars using vinyl copolymer, PVA (polyvinyl acetate) and SBR (styrene-butadiene). Tests were carried out to determine the compressive and diametral compression tensile strengths. In addition, the adhesive strength between the repair and the concrete was determined by means of a diametral compression traction test. Among the materials tested, it was noticed that the material modified by SBR had the best performance, especially with respect to the adhesion to the concrete. In general, the results show that modified polystyrene hair hairs can be used to repair material.

Keywords: repair, polymer mortar, pathological manifestations, repair mortar, adhesion strength.

Análisis de morteros de reparación compuestos por copolímero vinílico, PVA y SBR

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo desarrollar y analizar morteros poliméricos de reparación compuestas por copolímero vinílico, PVA (acetato de polivinilo) y SBR (estireno-butadieno). Se realizaron ensayos para la determinación de las resistencias a la compresión y tracción por compresión diametral. Además, se determinó la resistencia adherente entre la reparación y el hormigón por medio de un ensayo de tracción por compresión diametral. Entre los materiales probados, se notó que el material modificado por SBR tuvo el mejor desempeño, sobre todo con relación a la adherencia al concreto. En general, los resultados mostraron que los morteros modificados por los polímeros estudiados pueden atender a la función de material de reparación.

Palabras clave: reparación; mortero de polímeros; manifestaciones patológicas; mortero de reparación; resistencia a la adherencia.

1. INTRODUÇÃO

Apesar do avanço em tecnologias na indústria da construção civil, observa-se em muitos casos, a falta de qualidade das estruturas de concreto. Esse fato pode afetar o desempenho e a vida útil dessas construções (Geiker, 2012). Desta forma, verifica-se a necessidade de se entender as falhas construtivas e os mecanismos que levam à deterioração das estruturas de concreto. Com o conhecimento das falhas nas estruturas de concreto, deve-se proceder com intervenções técnicas, objetivando melhorar o desempenho e a vida útil das estruturas.

Atualmente no mercado, existem produtos que ajudam a solucionar as manifestações patológicas da construção civil. Entretanto, um mesmo material pode ser comercializado com o objetivo de sanar problemas estruturais de propriedades bastante diferentes. Em se tratando de estruturas de concreto, se as propriedades dos materiais do substrato e de reparo possuírem valores diferentes, pode ocorrer incompatibilidade. Deste modo, o reparo efetuado pode ficar comprometido (Helene, 1992). Em suma, a incompatibilidade entre os materiais de reparo e do substrato, pode gerar futuros problemas com o serviço de reparo (Luković et. al, 2012). Dessa maneira, deve-se entender as diferenças entre as argamassas poliméricas a fim de utilizá-las de maneira eficiente.

As contribuições dadas às argamassas pela adição de adesivos poliméricos permitem com que os reparos nas estruturas de concreto sejam mais eficazes na sua aplicação. Ao se adicionar aditivos poliméricos, as propriedades de aderência, plasticidade, coesão, flexibilidade, impermeabilidade e

durabilidade são melhoradas, e, desta forma, torna-se possível a realização de diversos tipos de reparo (Soufi et. al, 2016).

Entre as propriedades necessárias a uma argamassa de reparo de estruturas de concreto, a aderência é uma das mais importantes. Em casos de ruptura nos reparos, a maioria dos casos, a fratura é localizada na zona de transição entre materiais novos e antigos (Ueda et. al, 2011). Deste modo, pode-se considerar que a aderência entre os diferentes materiais cimentícios dependem, principalmente, da rigidez, limpeza e rugosidade do substrato (Espeche e León, 2011).

A verificação da capacidade aderente entre os materiais pode ser realizada por técnicas de tração indireta. Nessas situações não são aplicadas cargas diretas de tração. Contudo, os valores de aderência são obtidos por equações que relacionam itens como o carregamento aplicado, geometria do corpo de prova, entre outros fatores. Ensaios de tração na flexão e tração por compressão diametral são exemplos de ensaios que remetem à tração indireta (Espeche e León, 2011).

O ensaio de tração por compressão diametral é comumente utilizado para determinar a resistência à tração de materiais compostos de cimento. Esse ensaio, também conhecido por “*Brazilian test*”, possui orientações descritas pela norma nacional NBR 7222 de 2011. Desta forma, diante das condições do ensaio, observou-se a aplicabilidade desse teste para a verificação da aderência entre dois materiais diferentes.

Esse mesmo método foi utilizado para a análise de ligação entre materiais novo e materiais e antigos, e um estudo para recuperação de estruturas (Espeche e León, 2011). A Figura 1 ilustra o ensaio realizado. P_u representa o carregamento aplicado linearmente sobre o corpo de prova, σ_x e σ_y representam as tensões no eixo horizontal (x) e vertical (y).

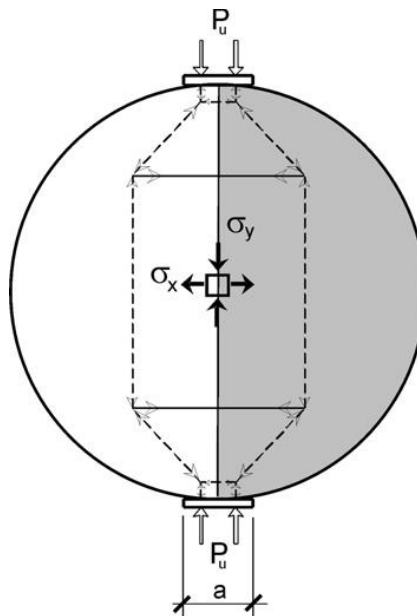


Figura 1. Representação de carregamento e distribuição de tensões na determinação da tração por compressão diametral.

De maneira análoga, outros estudos foram realizados utilizando-se do mesmo método de ensaio para determinar a aderência de materiais de reparo para pavimentos (Alanaziet. al, 2016). O mesmo procedimento foi utilizado por autores diferentes para analisar a aderência de um material composto por borracha (estireno-butadieno) (Sprinkel e Ozyildirim, 2000).

O funcionamento do ensaio consiste na aplicação de carregamentos diametralmente opostos e a verificação da tração no mesmo plano conforme apresenta a Figura 1. Deste modo, ocorrerão tensões de tração no plano de ligação entre os materiais. Com isso, é possível determinar a resistência aderente entre as partes.

Como o reparo normalmente trata de elementos de idades diferentes, faz-se necessária a avaliação da tensão de ligação entre os materiais (Espeche e León, 2011), podendo a qualidade de ligação ser classificada conforme cinco classes: excelente, muito boa, boa, regular e ruim (Sprinkel e Ozyildirim, 2000). Esses níveis de qualidade de ligação estão relacionados com a tensão aderente entre os materiais, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Qualidade da resistência de aderência entre o reparo e o substrato

Qualidade da ligação	Tensão de ligação (MPa)
Excelente	$\geq 2,1$
Muito boa	1,7 - 2,1
Boa	1,4 - 1,7
Regular	0,7 - 1,4
Ruim	0 - 0,7

Desta maneira, este trabalho se baseia na análise das propriedades de argamassas poliméricas de base acrílica, SBR (estireno-butadieno), copolímero vinílico e PVA (acetato de polivinila). Os polímeros serão adicionados à argamassa referência, composta por uma parte de cimento para três de areia. A análise será baseada em sua resistência mecânica e na sua capacidade aderente, testada por meio de ensaios de tração por compressão diametral, seguindo a mesma proposta de Espeche e León (2011), em um plano de transição entre os materiais (concreto e argamassa polimérica).

A importância desse trabalho está associada à análise de cada material polimérico e a sua eficiência. Por meio deste trabalho, será possível realizar o reparo de estruturas de concreto utilizando-se apenas de cimento, areia e um adesivo polimérico. Além disso, será analisada a sua capacidade de realizar reparos diante de propriedades de substrato diferentes, conforme a base teórica para materiais de reparo orienta, como os estudos de Helene (1992).

2. MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

A fim de verificar os resultados e analisar a interferência dos polímeros sobre as argamassas, elaborou-se uma argamassa referência. Esse material foi composto da mesma proporção de cimento e areia (1 de cimento para 3 de areia, em massa) utilizado nas argamassas poliméricas. Contudo, a argamassa referência não possui quaisquer adições poliméricas. Foram utilizados areia industrializada de granulometria fina ($<600 \mu\text{m}$), cimento Portland do tipo CP II Z 32 e água para a elaboração da argamassa.

Utilizou-se três tipos de adesivos poliméricos para a elaboração das argamassas de reparo: copolímero vinílico, PVA (acetato de polivinila) e SBR (estireno-butadieno). A tabela 2 apresenta algumas propriedades do material adesivo utilizado neste trabalho.

Tabela 2. Propriedades dos adesivos poliméricos a ser utilizados nas argamassas de reparo

Composição básica	pH	Densidade (kg/l)
Copolímero vinílico	4-5	1,02
Acetato de polivinila - PVA	4-6	1,05
Estireno-butadieno - SBR	6-8	1,0

Fonte: Vedacit Impermeabilizantes® (2017); Sika® (2015); TekBond® (2015).

Os polímeros estudados foram incluídos na mistura em conjunto com a água de amassamento, conforme a indicação dos fabricantes. A proporção em volume entre polímero e água (polímero:água) utilizada foi de (1:2) para copolímero vinílico, (1:3) para PVA e (1:4) para SBR. A fim de obter-se uma argamassa com propriedades tixotrópicas, utilizou-se água de amassamento suficiente, apenas, para possibilitar a moldagem de esferas com a mão, sem que haja brilho na superfície, uma vez que o brilho na superfície indicaria a princípio o excesso de água (Souza e Ripper, 1998).

Com o intuito de manter a mesma propriedade tixotrópica, avaliada qualitativamente, manteve-se a proporção de cimento e areia e variou-se a quantidade de água de amassamento das argamassas. Com isso, o fator água/cimento, em massa, (sendo a água de amassamento total igual a quantidade de água mais a quantidade de polímero) utilizado foi de 0,52 para copolímero vinílico, 0,42 para PVA e 0,38 para SBR.

A caracterização das argamassas foi realizada por meio da moldagem de corpos de prova cilíndricos com dimensões 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura. Esses corpos de prova foram testados à compressão e tração por compressão diametral. Além dessas propriedades mecânicas, realizou-se a verificação da capacidade aderente desses materiais ao concreto, por meio de corpos de prova compostos por concreto e argamassa de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura. Deste modo, realizou-se ensaios de tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos compostos de concreto e argamassa, conforme ilustra a

Figura 2. Para isso, observou-se as orientações da ABNT NBR 7222 de 2011 e outros trabalhos realizados com o intuito de avaliar a aderência entre materiais diferentes, como os realizados por Espeche e León (2011), Alanazi et al. (2016) e Radhakrishna et al. (2012).

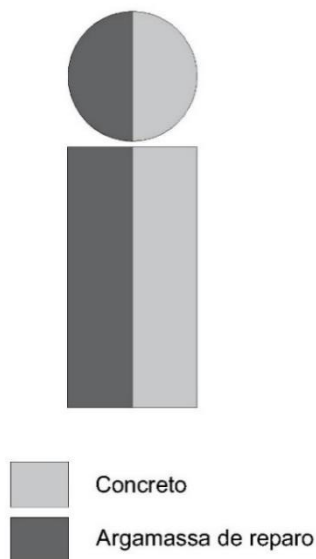


Figura 2. Corpo de prova para avaliação da aderência entre o concreto e a argamassa de reparo

Inicialmente foram moldadas as metades de corpos de prova de concreto. Para a obtenção do substrato foi utilizado um traço de concreto comum nos canteiros de obra, com resistência média aproximada de 25 MPa.

Após a cura mínima do concreto de 28 dias, realizou-se a saturação em água da superfície e o preenchimento do corpo de prova cilíndrico (10 x 20 cm) com o material de reparo. O preenchimento foi realizado com adensamento manual das camadas.

A aderência entre as partes do corpo de prova (Figura 2) foi avaliada de duas maneiras. O primeiro método teve por objetivo avaliar a aderência do material novo ao velho apenas com a saturação da superfície de ligação entre os materiais. O outro método buscou avaliar a ligação entre os materiais

na presença de uma ponte de aderência de base epóxi. Essa aplicação tem por função melhorar a aderência entre o material concretado, além da saturação da superfície em água.

A verificação da resistência aderente foi realizada por meio de compressão diametral (Figura 3 – B), realizado em linhas diametralmente opostas, no corpo de prova (Figura 3 - A). Com a obtenção da carga de ruptura, é possível calcular a resistência aderente entre o concreto e as argamassas por meio da norma ABNT NBR 7222 de 2011.



Figura 3. (A) Corpo de prova para determinação da aderência entre o reparo e o concreto; (B) Ensaio para determinação da aderência entre o reparo e o concreto por compressão diametral

Para cada argamassa, foram ensaiados 4 corpos de prova (5 x 10 cm) para a determinação da resistência à compressão, 4 (5 x 10 cm) para a resistência à tração, 4 (10 x 20 cm) para resistência aderente sem ponte de aderência e 4 (10 x 20 cm) para a resistência aderente com ponte de aderência.

A falha do material foi considerada pela ruptura no plano de ligação entre os materiais, submetido a um carregamento diametralmente oposto, conforme orientações da Norma NBR 7222 de 2011, definidas para a tração por compressão diametral. A falha, inicialmente com estabilização da carga aplicada e, na sequência, a separação dos materiais de reparo e substrato. A aplicação do carregamento é automatizada e é interrompida quando o material rompe. Neste ponto da aplicação, considera-se a falha do material de reparo.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos para resistências mecânicas para a argamassa de reparo e a argamassa referência estão apresentadas na Tabela 13. Os resultados são referentes às resistências à compressão e tração das argamassas e às resistências aderentes entre a argamassa e o concreto.

Tabela 3. Resistências mecânicas das argamassas de reparo e referência

Propriedades mecânicas	Referência	Copolímero Vinílico	PVA	SBR
------------------------	------------	---------------------	-----	-----

Resistência à compressão	Resistência mínima (MPa)	17,55	16,99	12,22	15,08
	Resistência máxima (MPa)	21,31	20,93	15,89	17,93
	Resistência média (MPa)	19,34	19,72	14,5	16,74
	Desvio padrão (MPa)	1,55	1,86	1,98	1,48
Resistência à tração	Resistência mínima (MPa)	1,9	1,66	1,5	2,27
	Resistência máxima (MPa)	1,09	1,91	1,68	3,31
	Resistência média (MPa)	2	1,75	1,57	2,83
	Desvio padrão (Mpa)	0,09	0,11	0,09	0,43
Resistência aderente - Sem ponte de aderência	Resistência mínima (MPa)	0,28	0,56	0,41	0,71
	Resistência máxima (MPa)	0,77	0,68	0,78	0,9
	Resistência média (MPa)	0,5	0,61	0,65	0,8
	Desvio padrão (MPa)	0,25	0,05	0,21	0,8
Resistência aderente - Com ponte de aderência	Resistência mínima (MPa)	0,73	1,11	1,33	1,64
	Resistência máxima (MPa)	1,22	1,6	1,59	2,09
	Resistência média (MPa)	1,04	1,38	1,44	1,91
	Desvio padrão (MPa)	0,22	0,23	0,11	0,19
Observação: Para todos os ensaios, foram utilizados quatro (04) corpos de prova.					

Ao analisar os resultados presentes na Tabela 3, observa-se que as argamassas poliméricas testadas neste trabalho apresentam melhorias em algumas propriedades e, para algumas propriedades, apresentam valores inferiores aos da argamassa referência. Os resultados estão apresentados de forma gráfica na Figura 4.

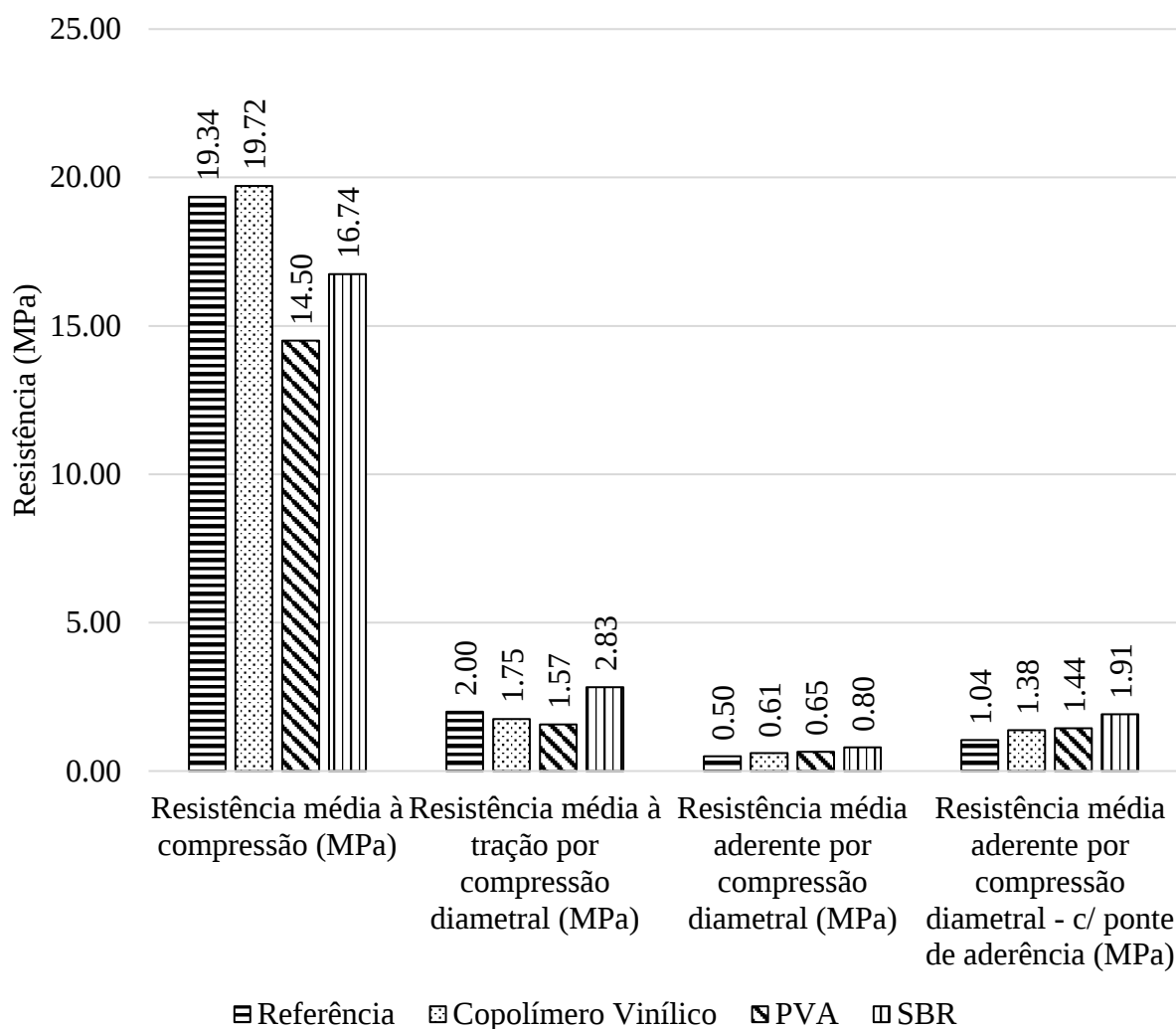


Figura 4. Resistências mecânicas das argamassas de reparo e referência

Os resultados obtidos para compressão mostram que a argamassa modificada com copolímero vinílico apresenta pequeno aumento na resistência, se comparado à referência, conforme apresentado na Figura 4. Dentre os demais materiais poliméricos, observa-se uma redução da média de resistência para o SBR, conforme previsto na literatura (Ukrainczyk e Rogina, 2013). Os menores resultados para resistência à compressão foram registrados para argamassa composta por PVA.

Para a resistência à tração por compressão diametral, os resultados mostraram que a argamassa modificada com estireno-butadieno possui maior resistência à tração do que os demais materiais testados. Já os outros materiais testados (argamassa composta por copolímero vinílico e PVA) obtiveram resultados inferiores aos da referência. Desta forma, observamos uma melhoria do material de reparo ao se utilizar o adesivo polimérico de base SBR.

Os resultados da verificação da resistência aderente entre a argamassa e o concreto, em ambos os casos, com ou sem a presença de ponte de aderência, está presente no gráfico mostrado na Figura 4. A partir dos resultados obtidos (Figura 4), observa-se que a presença de componentes poliméricos pode contribuir para a aderência entre os diferentes materiais.

No primeiro caso, sem a ponte de aderência, o material que apresentou maior valor para a resistência aderente foi o composto de SBR. Isso mostra que a presença de adesivos de base SBR em argamassas contribuem para a aderência do reparo ao substrato (Ukrainczyk e Rogina, 2013).

Os outros materiais também apresentaram melhorias na aderência, se comparados à referência, contudo, os resultados foram inferiores aos do SBR. Nesta primeira análise (sem ponte de aderência), a aderência obtida para o material composto por SBR se configura como regular, por apresentar valor superior a 0,7 MPa (Sprinkel e Ozyildirim, 2000).

Ao se analisar os resultados para a resistência aderente entre o reparo e substrato na presença de ponte de aderência, observou-se que há uma contribuição expressiva da ponte. De modo geral, ao se comparar os resultados para aderência sem ponte e com ponte, pode-se observar um aumento de mais de 100% na resistência na presença do material adesivo. Esses valores mostram a interferência da ponte de aderência em situações de reparo.

O material que obteve maiores valores foi o composto por SBR. Nesta avaliação, o menor resultado foi relacionado a material referência. Com isso, nota-se que a presença de polímeros nas argamassas contribui diretamente para a aderência, com ou sem ponte de aderência. Observa-se um comportamento “muito bom” para o material composto por SBR por apresentar valor de resistência aderente entre 1,7 e 2,1 MPa (Sprinkel e Ozyildirim, 2000). A argamassa composta por PVA apresenta um comportamento “bom”, uma vez que seu resultado está entre 1,4 e 1,7 MPa. Já a argamassas referência apresenta comportamento regular, pois sua resistência aderente está entre 0,7 e 1,4 MPa.

Após a verificação dos planos de ruptura entre o concreto e o material de reparo, conforme ilustra a Figura 5, pode-se observar que o carregamento pode ter obedecido o plano de união entre ambos os materiais.

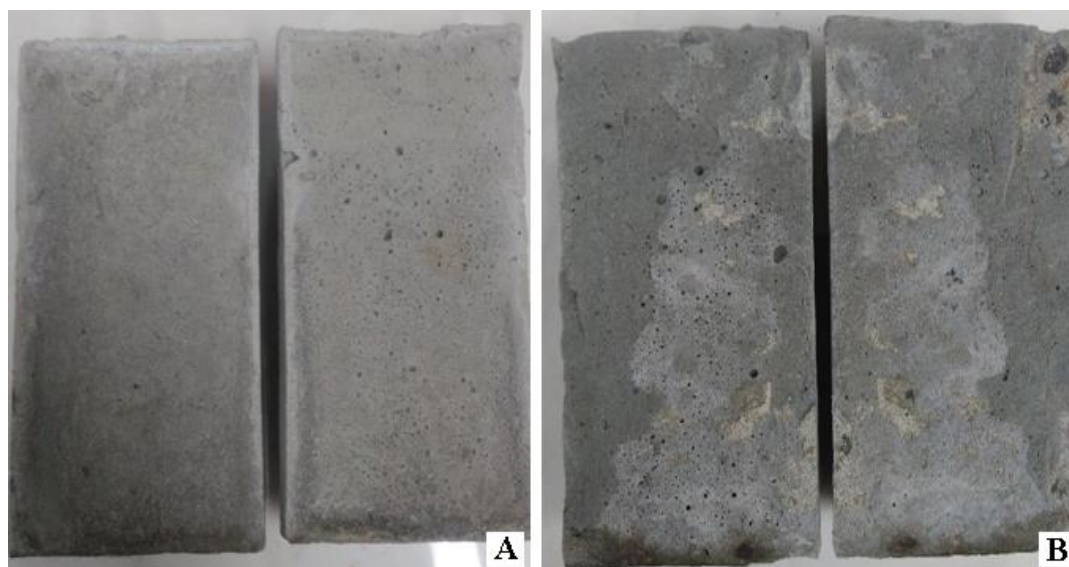


Figura 5. (A) Plano de ruptura de um corpo de prova testado na aderência sem ponte de aderência; (B) Plano de ruptura de um corpo de prova testado na aderência com ponte de aderência

Na primeira situação, sem a ponte de aderência (Figura 5 – A), observa-se que as duas metades se separaram perfeitamente. Em outras palavras, não se verificou a presença de argamassa na metade de concreto ou a presença de concreto na metade da argamassa. Isso é um indício de que o plano de ruptura é mais frágil do que as resistências dos dois materiais. Essa afirmação é corroborada pelos valores dos resultados, presentes na Tabela 3. Em outras palavras, apenas as propriedades dos materiais poliméricos não conferem grande resistência aderente entre materiais cimentícios. Nos casos em que foi utilizada ponte de aderência de base epóxi, (Figura 5 – B), observou-se que havia a presença de partes de concreto junto a metade da argamassa e partes da argamassa junto a metade de concreto. Isso pode indicar que a resistência aderente é melhorada na presença de pontes

de aderência. É possível verificar numericamente pelos dados da Tabela 3. Observa-se que a falha se dá, em parte, no material de ligação, havendo uma separação perfeita entre os dois materiais e, em outra parte, observa-se que um dos dois materiais ligados rompe. Considera-se que a mesma situação não ocorreu na ausência de ponte de aderência. Ao observar os resultados, considera-se que a presença da ponte pode contribuir com as propriedades aderentes entre os materiais.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos em laboratório e de suas respectivas análises, conclui-se que as propriedades físicas e mecânicas das argamassas utilizadas em reparos estruturais podem ser melhoradas na presença de componentes poliméricos. Os seguintes destaques são apresentados a partir da investigação realizada:

- a) Copolímero vinílico: A argamassa modificada com copolímero vinílico apresentou aumento na resistência à compressão, tração e aderência entre o concreto e o reparo, em relação à referência;
- b) PVA: O material de reparo de base PVA apresentou aumento na sua capacidade aderente em relação à referência. Contudo, os valores de compressão e tração foram inferiores aos do material referência. Na análise de resultados, é possível observar uma relação entre a argamassa composta por copolímero vinílico e PVA. Ambas são de base vinila, contudo, os melhores resultados foram registrados para o copolímero vinílico, havendo uma pequena diferença desfavorável na capacidade aderente;
- c) SBR: Entre os materiais testados, a argamassa modificada com estireno-butadieno foi a que apresentou melhores resultados, principalmente com relação à aderência ao substrato. A resistência à compressão se mostrou inferior ao de referência. Contudo, para as demais propriedades analisadas, o material apresentou bom comportamento;

A respeito da capacidade aderente dos materiais testados, pode-se fazer duas análises. Na primeira, relacionada à aplicação do material de reparo em superfície saturada, observou-se que houve uma melhora média nos resultados de aproximadamente 30% em relação à argamassa referência.

Na presença da ponte de aderência de base epóxi, notou-se uma melhora nos valores de resistência aderente de, pelo menos, 120% em relação à superfície saturada. A partir dos resultados, observa-se que a utilização da ponte de aderência permite que a capacidade de ligação entre os materiais seja considerada de “boa” a “muito boa”. Isso mostra que a presença de um material de ligação entre o reparo e o substrato é recomendável, de maneira garantir uma interface de aderência eficiente.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de registrar seus agradecimentos à CAPES pelo apoio financeiro, bem como ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá pela disponibilidade de espaço físico e de equipamentos para realização dos ensaios.

6. REFERÊNCIAS

- Alanazi, H., Yang, M., Zhang, D., Gao, Z. (2016), *Bond strength of PCC pavement repairs using metakaolin-based geopolymer mortar*. Cement and Concrete Composites. 65: 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.10.009>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2011) *NBR 7222: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos*. Rio de Janeiro.

- Espeche, A. D., León, J. (2011), *Estimation of bond strength envelopes for old-to-new concrete interfaces based on a cylinder splitting test*. Construction and Building Materials. 25: 1222–1235. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.09.032>
- Geiker, M. R. (2012), *On the importance of execution for obtaining the designed durability of reinforced concrete structures: Construction of durable concrete structures*. Materials and corrosion. 63:1114 -1118. <https://doi.org/10.1002/maco.201206754>
- Helene, P. R. D. L. (1992), “*Manual para reparo, reforço e proteção de Estruturas de Concreto*”. PINI, São Paulo, Brasil.
- Luković, M., Ye, G., Van Breugel, K. (2012), “*Reliable concrete repair: A critical review*”. 14th International Conference Structural Faults and Repair. Edinburgh, Scotland, UK.
- Radhakrishnan, R., Syam Prakash, V., Prasad Varma Thampan, C. K. (2012), *Performance of Styrene Butadiene Rubber as a Concrete Repair Material in tropical climate*. International Journal of Advancements in Research & Technology, Volume 1, Issue 6, pp. 1-5, ISSN 2278-7763
- Soufi, A., Mahieux, P. Y., Ait-Mokhtar, A. (2016), *Influence of polymer proportion on transfer properties of repair mortars having equivalent water porosity*. Materials and Structures. 49: 383–398. <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0504-3>
- Souza, V. C. M. D., Ripper, T. (1998), “*Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*”. PINI, São Paulo, Brasil.
- Sprinkel, M. M., Ozyildirim, C. (2000), *Evaluation of high performance concrete overlays placed on Route 60 over Lynnhaven Inlet in Virginia*. Charlottesville, EUA.
- Ueda, H., Tamai, Y., Kudo, T. (2011), *Evaluation of the Durability of Cement-based Repair Materials*. Railway Technical Research Institute. 52: 92-96. <https://doi.org/10.2219/rtriqr.52.92>
- Ukrainczyk, N., Rogina, A. (2013), *Styrene–butadiene latex modified calcium aluminate cement mortar*. Cement & Concrete Composites. 41: 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.04.012>