ESTUDO DA ADIÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO QUANTO À RESISTÊNCIA POTENCIAL DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO E À VARIAÇÃO DIMENSIONAL EM ARGAMASSA DE FACHADAS

Tema: Tecnologia dos Materiais.
Grupo[1]: 2

GUILHERME H. GALDINO[1], ELENICE F. SOUZA[2], EDIGAR R. MACHADO[3], LUNA O. STEFFEN[4]

[1] Estudante de Engenharia Civil, Faculdade Educacional Araucária/FACEAR, guilherme.galdino94@gmail.com
[2] Estudante de Engenharia Civil, Faculdade Educacional Araucária/FACEAR, souzaelenice2015@gmail.com
[3] Estudante de Engenharia Civil, Centro Universitário Autônomo Brasil/UNIBRASIL, edigarmachado@gmail.com
[4] Profª MSc, Escola de Engenharia Civil, Faculdade Educacional Araucária/FACEAR, luna_steffen@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo comparar, por meio de ensaios físicos no estado endurecido, argamassas com diferentes teores de fibras quanto à resistência potencial de aderência à tração e à variação dimensional (retração ou expansão linear). Os ensaios foram realizados com traço na formulação 1:2:8, utilizado no revestimento de fachadas. Os resultados apontaram que a adição de fibra reduziu a resistência quanto ao potencial de aderência à tração, porém obtiveram-se menores valores de variação dimensional.

Palavras-chave: ensaios físicos, argamassa de revestimento, fibras de polipropileno.

STUDY OF THE USE OF POLYPROPYLENE FIBERS AS TO THE TENSILE BOND STRENGTH AND THE DIMENSIONAL VARIATION IN FACADE RENDERING MORTAR

ABSTRACT

This study aims to compare through laboratory tests, mortars in the hardened state with different fiber content, as to the tensile bond strength and the dimensional variation (shrinkage). Mortars were compared with 1:2:8 trace, used in facade rendering. The results suggest that the use of polypropylene fibers decrease the tensile bond strength and leads to a smaller value of dimensional variation.

Key-words: laboratory tests, rendering mortar, polypropylene fibers.

[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

De acordo com Silva[1], o uso de fibras para fortalecer as argamassas de revestimento vem alcançando uma parcela do mercado, como parte das ações, têm como objetivo melhorar o desempenho do revestimento. No entanto, a presença de fibras na argamassa não influenciou na resistência à tração[2].

De acordo com estudos realizados em relação às propriedades mecânicas das argamassas a adição de fibras nas misturas não causa melhora importante. Em vez disso, argamassas de cimento-cal misturadas com a incorporação de fibras apresentaram resultados inferiores aos sem fibras[3].

Silva[1] constata que a adição das fibras de polipropileno, gerará um compósito que apresentará tanto o trecho elástico (ruptura da matriz) quanto o trecho "plástico", as quais têm baixa resistência a tração e elevada deformação final, havendo assim a atuação da fibra auxiliando em maior parte no controle de fissuração plástica decorrente da perda de água do que no aumento da resistência.

De acordo com Monte, Barros e Figueiredo[3] as argamassas sem adição de fibras tendem a fissurar por retração plástica com maior rapidez se comparada às produzidas com adição , ainda que, de acordo com o mesmo estudo, a incorporação de fibra leva a um menor valor da largura total da fissura. Movimento semelhante foi registrado em estudos realizados com ênfase no uso da fibra de polipropileno[4,5].

Este estudo tem como objetivo verificar se as fibras de polipropileno adicionadas a argamassas utilizadas em fachadas apresentam ou não melhoras significativas quanto às propriedades mecânicas no que diz respeito ao potencial de aderência à tração e à variação dimensional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em quatro amostras diferentes, as quais foram confeccionadas em laboratório, sendo uma delas sem adição e as demais com teores de 400 g/m³, 800 g/m³ e 1600 g/m³.

Para analisar a influência da adição de fibra de polipropileno em uma argamassa quanto à resistência potencial de aderência à tração e sua variação dimensional ao longo dos 28 dias, realizaram-se ensaios segundo a NBR 15258:2005[6] (Determinação da resistência potencial de aderência à tração) e de acordo com a NBR 15261:2005[7] (Determinação da variação dimensional - retração ou expansão linear).

Utilizaram-se diferentes adições de fibra de polipropileno para o traço escolhido de 1:2:8 (cimento:cal:areia), calculado em volume o qual é utilizado por um dos autores deste artigo em um canteiro de obras na região de Curitiba/PR. A composição da mistura foi efetuada com os seguintes materiais: Cimento CPII-Z-32 (Cimento Portland composto com pozolana); CH-III

(Cal Hidratada tipo III); Areia média artificial a qual é também conhecida como areia de brita, possuindo essa nomenclatura em virtude de sua fabricação, suas características granulométricas encontram-se na Tabela 1; aditivo incorporador de ar e fibras de polipropileno de seção circular com diâmetro de 18µm e comprimento de 12mm. As características das dosagens dos materiais empregados apresentam-se no Tabela 2.

Tabela 1 – Composição Granulométrica da areia média

	AMOSTRA 1		AMOSTRA 2		MÉDIAS	
Peneiras	Massa retida (g)	% Retida	Massa retida (g)	% Retida	% Retida	% Retida acumulada
4,8	0	0	0	0	0	0
2,4	20,9	6,1	19,5	6	6	6
1,2	35,7	10,4	34	10,5	10,4	16,5
0,6	52,6	15,3	43,6	13,5	14,4	30,9
0,3	96,4	28	97,7	30,2	29,1	59,9
0,15	67,9	19,7	73,8	22,8	21,2	81,2
0,075	62,2	18,1	47,7	14,7	16,4	97,6
Fundo	8,4	2,4	7,9	2,4	2,4	100
Totais	344,1		324,2			

Dimensão Máxima Característica (mm)	4,8
Módulo de Finura - MF	1,94

Amostra (g)	279,07
Material retido (g)	269
Teor de pulverulento (%)	**3,61**

Tabela 2 – Proporção de mistura de argamassa

AMOSTRA	TEOR	CIMENTO	CAL	AREIA	ÁGUA	ADIÇÃO	ADITIVO
T1	0g/m³	2780g	2220g	23670g	3900g	0,0g	5,6g
T2	400g/m³	2780g	2220g	23670g	4670g	8,0g	5,6g
T3	800g/m³	2780g	2220g	23670g	4200g	16,0g	5,6g
T4	1600g/m³	2780g	2220g	23670g	4270g	24,0g	5,6g

A medida em que se aumentou a quantidade de fibras nas amostras, adicionou-se mais água a mistura para que as mesmas apresentassem trabalhabilidade similar. A única exceção se refere a amostra T2, que ficou com uma quantidade de água acima da média, por conta da dosagem que ocorreu em dia diferente das demais em que a umidade relativa do ar estava abaixo da umidade relativa em que foram confeccionadas as outras amostras. As características climáticas da data de moldagem apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Características climáticas da data de moldagem

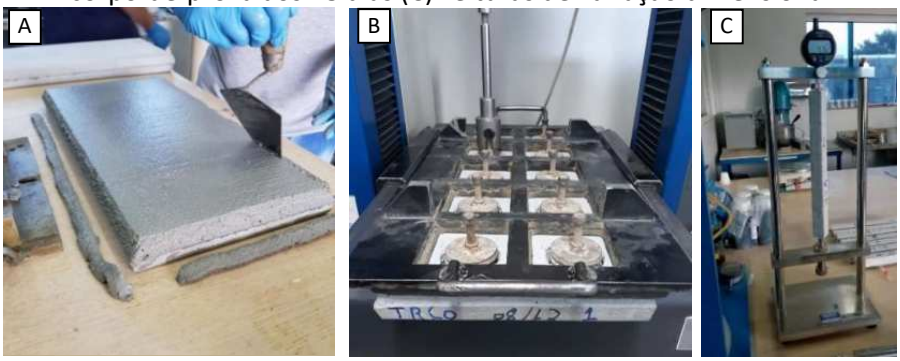
AMOSTRA	DATA MOLDAGEM	TEMP. (°C)	UMIDADE RELATIVA
T1, T3, T4	10/11/2018	19,3	87%
T2	17/11/2018	24,9	56%

ISSN 1984-8757

Com o objetivo de analisar o potencial de aderência sem a interferência do chapisco, a argamassa foi aplicada diretamente sobre as placas de substrato padrão. A Figura 1A demonstra o momento que foi realizado o corte 45º em toda a borda, após 28 dias da moldagem foram realizadas as rupturas do corpo-de-prova (Figura 1B).

Paralelamente as moldagens das placas de substrato padrão, realizou-se também a moldagem dos corpos-de-prova para o ensaio de retração ou expansão linear de acordo com a NBR 15261 (ABNT, 2005) [7]. Após a desforma realizaram-se em laboratório as leituras de variação dimensional aos 4, 5, 7, 10, 14, 21 e 28 dias, com relógio comparador digital de sensibilidade igual a 0,001mm (Figura 1C).

Figura 1 – Ensaio, de acordo com NBR 15258 (ABNT, 2005) [6] quanto ao potencial de aderência à tração (A) Acabamento 45º na argamassa aplicada sobre a placa de substrato padrão (B) Ruptura de corpo-de-prova aos 28 dias (C) Leituras de variação dimensional

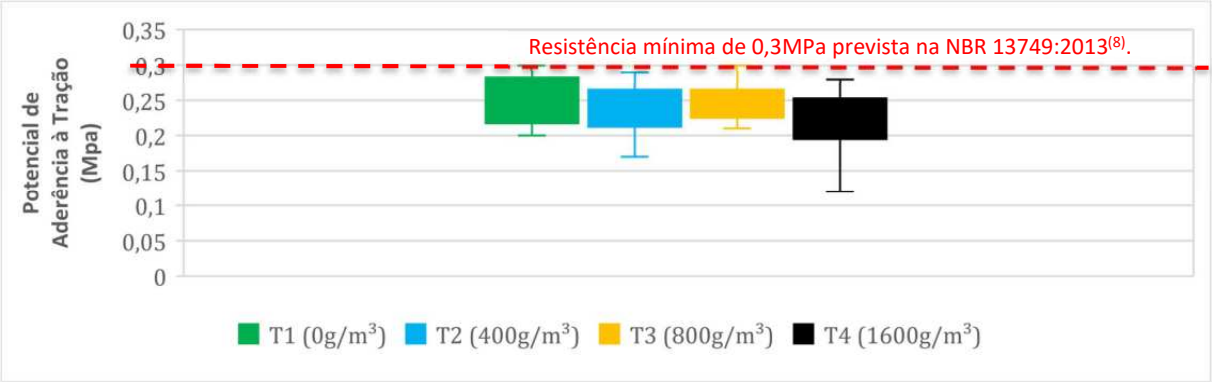


3. RESULTADOS

3.1 Potencial de aderência à tração

A Figura 3 demonstra os resultados aos 28 dias do potencial de aderência à tração com base nos ensaios realizados.

Figura 3 – Resultado aos 28 dias quanto ao potencial de aderência à tração



De acordo com Monte, Barros e Figueiredo[9] argamassas com fibras em sua composição tendem a reduzir sua resistência mecânica quanto à tração na flexão, correlação existente em função do teor de vazios no estado fresco. Estudos mais recentes de Monte, Barros e Figueiredo[3] concluíram que argamassas sem cal, com adição de até 1000g/m³ de fibras, apresentaram melhora na resistência.

Com os resultados obtidos apresentados na Figura 3 constata-se que argamassas com cal com adição de fibras de polipropileno apresentaram perda da resistência quanto ao potencial de aderência à tração. A amostra T1 considerada a referência pois foi produzida sem adição de fibras e apresentou a melhor média de potencial de aderência com 0,249 MPa, enquanto que a amostra T2 apontou uma perda de resistência com uma média de 0,233 MPa, apresentando uma perda de resistência de 7% quando comparada com amostra T1. A amostra T3 demonstrou uma melhora de 5% em relação a amostra T2, porém 1% inferior a amostra T1, com uma média de 0,246 MPa. A dosagem T4 foi a que apresentou pior desempenho quanto ao potencial de aderência, apresentando uma média de 0,221 MPa. A Tabela 4 ilustra o percentual atingido de cada amostra do mínimo requerido pela NBR 13749:2013[8] quanto ao potencial de aderência à tração.

Tabela 4 – Desempenho da argamassa quanto a aderência à tração perante a NBR 13749:2013[8]

AMOSTRA	QUANTIDADE DE AMOSTRAS	RESISTÊNCIA MÉDIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (MPa)	DESVIO PADRÃO (MPa)
T1 - sem fibras	10	0,249	0,033
T2 (400g/m³)	10	0,233	0,037
T3 (800g/m³)	10	0,246	0,029
T4 (1600g/m³)	10	0,221	0,046

Portanto a amostra que apresentou melhor desempenho quanto ao potencial de aderência à tração com adição de fibra de polipropileno foi a amostra T3 com um teor de fibra 800g/m³. Salienta-se que todas as amostras ficaram abaixo dos requisitos mínimos de 0,3 MPa descrito na NBR 13749 (ABNT, 2005) [8] (linha tracejada vermelha na Figura 3). Acredita-se que isso ocorreu pelo fato de que as placas de substrato padrão não foram previamente chapiscadas, pois o objetivo era o de avaliar a argamassa sem a interferência do chapisco.

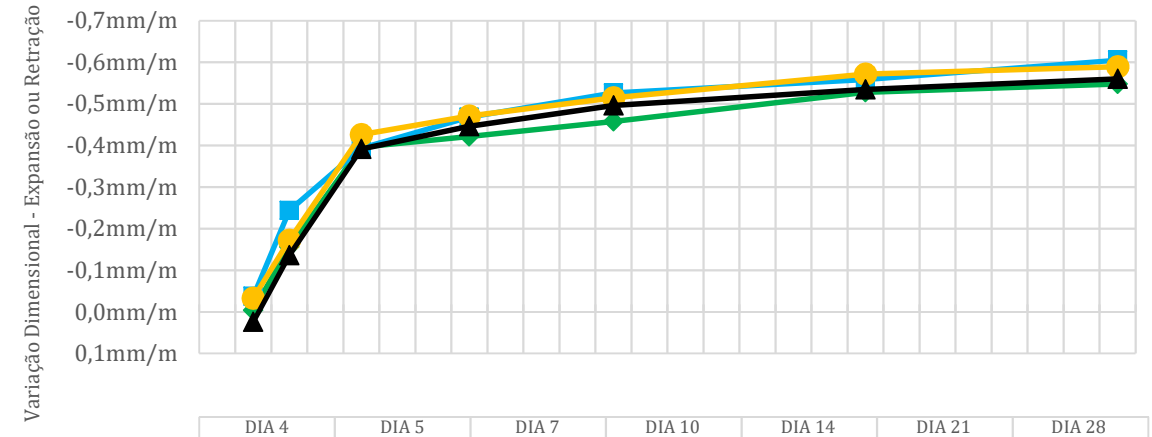
Analisando a Tabela 3 observou-se que com a adição da fibra de polipropileno os valores de potencial de aderência à tração diminuíram, exemplificando a baixa resistência em virtude da adição da fibra ao compósito.

3.2 Variação dimensional

Tendo como base o conhecimento de que a fibra auxilia no controle de fissuração, apresenta-se os resultados ao longo dos 28 dias quanto à variação dimensional das amostras, com diferentes teores de fibra de polipropileno. Para realização do gráfico anotou-se os valores de variação dimensional nas idades de 4, 5, 7, 10, 14, 21 e 28 dias após moldagem (Figura 4).

ISSN 1984-8757

Figura 4 – Variação dimensional ao longo dos 28 dias



	DIA 4	DIA 5	DIA 7	DIA 10	DIA 14	DIA 21	DIA 28
T1 (0g/m³)	-0,0040mm/m	-0,1560mm/m	-0,3960mm/m	-0,4220mm/m	-0,4580mm/m	-0,5280mm/m	-0,5480mm/m
T2 (400g/m³)	-0,0373mm/m	-0,2440mm/m	-0,3933mm/m	-0,4680mm/m	-0,5267mm/m	-0,5587mm/m	-0,6053mm/m
T3 (800g/m³)	-0,0333mm/m	-0,1720mm/m	-0,4267mm/m	-0,4707mm/m	-0,5147mm/m	-0,5720mm/m	-0,5893mm/m
T4 (1600g/m³)	0,0240mm/m	-0,1360mm/m	-0,3920mm/m	-0,4467mm/m	-0,4960mm/m	-0,5347mm/m	-0,5600mm/m

Observou-se que aos quatro dias os valores de retração eram muito próximos de 0 mm/m. Entretanto a partir do quinto dia iniciou-se de forma exponencial dando continuidade a esta linha crescente até o sétimo dia, iniciando um crescimento mais linear até aos 28 dias. Sendo assim, nos primeiros sete dias ocorreram na média entre as quatro amostras 69,5 % da retração total atingida aos 28 dias.

Ao longo dos 28 dias algumas amostras apresentaram os maiores valores de retração. A Tabela 5 demonstra que as amostras T2 e T3 revelaram-se como aquelas com os maiores valores de retração.

Tabela 5 – Maiores valores de variação dimensional ao longo dos 28 dias

	T1 (0g/m³)	T2 (400g/m³)	T3 (800g/m³)	T4 (1600g/m³)
DIA 4	-0,0040	**-0,0373**	-0,0333	0,0240
DIA 7	-0,3960	-0,3933	**-0,4267**	-0,3920
DIA 14	-0,4580	**-0,5267**	-0,5147	-0,4960
DIA 21	-0,5280	-0,5587	**-0,5720**	-0,5347
DIA 28	-0,5480	**-0,6053**	-0,5893	-0,5600
Legenda: Maiores valores de retração em mm/m em cada idade de leitura				

A amostra com adição de fibra que apresentou o melhor resultado foi a T4. Aos 28 dias o valor de retração da amostra T2 e T3 representa, respectivamente um valor 8 % e 5,2 % acima da amostra T4. A amostra T1, sem adição de fibra revelou um valor de retração de 2,1 % abaixo quando comparado com a amostra T4 (melhor desempenho das amostras com fibra). Dessa maneira a amostra que mais se aproximou dos resultados da amostra T1 foi a amostra T4 (amostra com o maior teor de fibra). Sendo assim, com o aumento da quantidade do teor de

fibra notou-se uma diminuição nos valores de variação dimensional. Sugere-se realizar um novo estudo com teores de fibra entre 3000 g/m³ a 4500 g/m³[1,3]. Assim será possível constatar se com teores de fibra acima da amostra T4 se obtém melhores resultados quando comparados com a amostra T1.

4. CONCLUSÃO

As conclusões são apresentadas separadamente quanto ao potencial de aderência a tração e a variação dimensional.

Das análises quanto a resistência potencial de aderência à tração conclui-se que:

- A argamassa de cal com adição de fibra de polipropileno com o melhor desempenho foi a amostra T3 (800 g/m³). Portanto, ao passo que se adicionou fibra a partir deste teor a resistência de potencial à tração foi tornando-se decrescente.
- A argamassa de cal sem adição de fibra de polipropileno apresentou o melhor desempenho entre todas as amostras estudadas.

Das análises quanto à variação dimensional conclui-se que:

- A argamassa com adição de fibra de polipropileno que apresentou melhor resultado foi a amostra T4 (1600 g/m³), amostra a qual contém o maior teor de fibra. Constata-se então a medida que se aumenta o teor de fibra os valores de variação dimensional (retração) diminuem.
- A argamassa de cal sem adição de fibra de polipropileno apresentou o melhor desempenho entre todas as amostras estudadas.

Ao analisar os resultados, percebe-se que a adição de fibra diminuiu a resistência, porém obtiveram-se menores valores de variação dimensional. Portanto, para adições de fibras até 1600 g/m³, não se fez relevante a adição de fibras quanto aos ensaios realizados, uma vez que a argamassa sem fibra apresentou melhores resultados.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- Realizar o ensaio do anel, afim de verificar o comportamento (comprimento) da fissuração decorrente da retração.
- Inserir nas amostras uma argamassa com teor de fibra de 3200g/m³ verificando se há melhoras quanto à retração e decorrente fissuração. Considera-se que para se alcançar valores de retração menores que o da argamassa sem fibra tenha-se que adicionar demasiada fibra ao ponto de inviabilizar a adição quanto à resistência mecânica.
- Previamente chapiscar a placa de substrato padrão, com objetivo de adquirir amostras que atendam a NBR 13749:2013 quanto a resistência potencial de aderência à tração.

5. REFERÊNCIAS

1. SILVA, R. P. **Argamassas com adição de fibras de polipropileno – estudo comportamento reológico e mecânico.** 2006. 191p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

2. SILVA, R. P; BARROS, M. M. S. B. Revestimentos de argamassa com fibras de polipropileno. **Techne: Revista de Tecnologia da Construção**, São Paulo, v. 127, p. 60-64, out. 2007.

3. MONTE, R.; BARROS, M. M. S. B.; FIGUEIREDO, A. D. de. Evaluation of early age cracking in rendering mortars with polypropylene fibers. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 21-32, abr./jun. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

4. TOLÊDO FILHO, R. D.; SANJUAN, M. A. Effect of Low Modulus Sisal and Polypropylene Fibre on the Free and Restrained Shrinkage of Mortars at Early Age. **Cement and Concrete Research**, v. 29, p. 1597–1604, 1999.

5. WANG, Y.; LI, V. C.; BACKER, S. Tensile Properties of Synthetic Fiber Reinforced Mortar. **Cement and Concrete Composites**, v. 12, p. 29– 40, 1999.

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258:** argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15261:** argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro, 2005.

8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749:** revestimento de parede e teto de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

9. MONTE, R.; BARROS, M. M. S. B.; FIGUEIREDO, A. D. de. **Avaliação da influência de fibras de polipropileno na resistência de aderência de revestimentos de argamassa.** São Paulo, 2012. 12p.