Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

APLICAÇÃO DE FIBRAS EM ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS PARA VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO POR RETRAÇÃO

A. M. R. CAMPOS
Arquiteta e Urbanista
Universidade Federal do Ceará
Ceará; Brasil
maracampos86@gmail.com

D. S. V. SOUSA
Engenheiro Civil
Universidade Federal do Ceará
Ceará; Brasil
saviovshalom@gmail.com

D. J. S. MOREIRA
Engenheira Civil
Universidade Federal do Ceará
Ceará; Brasil
delciajanine@hotmail.com

A. H. L. OLIVEIRA
Engenheiro Civil
Universidade Federal do Ceará
Ceará; Brasil
lbo_henrique@hotmail.com

A. E. B. CABRAL
Engenheiro Civil
Universidade Federal do Ceará
Ceará; Brasil
eduardo.cabral@ufc.br

RESUMO

A fissuração nos revestimentos é um dos fenômenos patológicos mais frequentes na construção civil. Esse fenômeno se origina por influência de diversos fatores, entre eles a retração da argamassa provocada pela restrição à variação dimensional da argamassa, gerando tensões por vezes combinadas desfavoravelmente com as propriedades mecânicas, resistência à tração e módulo de deformação. Essas tensões de tração são causadas por deformações impostas pela redução do volume provocado principalmente pela perda de água na argamassa de revestimento. Em busca de soluções viáveis para sanar os problemas construtivos, avaliou-se a fissuração causada pela retração em duas marcas de argamassas de revestimento industrializada adicionando fibras de polipropileno e de vidro, com intuito de avaliar os benefícios que esses materiais alternativos podem nos proporcionar. As fibras foram misturadas nas proporções 0%, 0,25% e 0,50% em volume da argamassa e as leituras foram realizadas na argamassa no estado endurecido. Concluiu-se com este estudo que a adição de fibras de vidro à argamassas industrializadas diminue a retração, obtendo-se um melhor resultado para a adição de 0,5% em volume desse tipo de fibra. Contudo, a adição de fibra nem sempre reduz a retração no estado endurecido, antes disso, pode tornar esta retração mais elevada. Este fato foi atribuido à quantidade de água utilizada na mistura para manter a mesma consistência dos traços de referência.
Palavras-chave: Fissuração, argamassa, retração

ABSTRACT

The cracks in coatings is one of the most frequent pathological phenomena in construction. This phenomenon comes from the influence of various factors, including the retraction of mortar caused by the restriction on the dimensional variation of the mortar, creating tensions sometimes unfavorably combined with the mechanical properties, tensile strength and modulus of elasticity. These tensile stresses are caused by strains imposed by the volume reduction caused mainly by water loss in the coating mortar. Searching for viable solutions to address the construction issues, evaluated the cracking caused by shrinkage in two brands of industrialized coating mortars adding polypropylene and glass fibers to study what benefits these alternative materials can provide. The fibers were mixed in the ratios 0%, 0.5% and 0.25% by volume of the mortar and the readings were performed in the mortar in the hardened state. It was concluded from this study that the addition of glass fibers for industrial decreases retraction mortar to yield a better outcome for the addition of 0.5% by volume of such fiber. However, the addition of fiber does not always reduce shrinkage in the hardened state before it can make this higher shrinkage. This was attributed to the amount of water used in the mix to maintain the consistency of same reference traces.
Keywords: Cracking, mortar, shrinkage

1. INTRODUÇÃO

É comum a ocorrência de manifestações patológicas de natureza distintas nos revestimentos das edificações, ocasionando prejuízos, acidentes e gerando um certo desconforto estético para os usuários. Neste sentido, assumindo a importância dessas manifestações patológicas serem estudadas e solucionadas, neste trabalho foi analisado o comportamento da argamassa industrializada para revestimento quanto à sua retração por perda de água livre, ou seja, por evaporação. Vale ressaltar, que os fenômenos de retração e fissuração estão relacionados onde a retração está sempre presente com maior ou menor intensidade e a fissuração pode ou não aparecer ao longo do tempo. Ao executar-se o revestimento de uma parede espera-se, entre outros requisitos de qualidade, que ele não venha a apresentar fissuração que comprometa o seu desempenho, principalmente quanto à permeabilidade e aderência à base.

O sistema de revestimento tanto nas paredes externas quanto nas internas tem elevada importância garantindo a durabilidade do edifício como um todo. A sua execução representa valores elevados de consumo de materiais e de mão-de-obra. Contudo, no Brasil, não se tem registrado grandes avanços tecnológicos e científico no setor. Depara-se frequentemente com o uso de experiências de mestres-de-obras, técnicos e engenheiros, para a execução de obra, sem se preocupar com uma abordagem sistematizada e cientifica dos reais parâmetros para a determinação e avaliação do desempenho dos revestimentos. Este desempenha importantes funções que, de acordo com Yazigi [1], protege a edificação contra a ação direta dos agentes agressivos, auxilia na estanqueidade, isolamento térmico e acústico, aspectos estéticos e aumenta a durabilidade da edificação, reduzindo os gastos com a manutenção.

Além disso, o revestimento deve atender a alguns requisitos de desempenho, tais como a capacidade de absorver deformações (movimento térmico, higroscópico e diferencial entre os componentes), deve ter uma boa aderência à base, ser resistente ao impacto e desgaste superficial, baixa permeabilidade. Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir adequadamente as suas funções, eles precisam apresentar um conjunto de propriedades específicas, que são relativas à argamassa nos estados fresco e endurecido [7]. As principais propriedades da argamassa no estado fresco, que resultam nas propriedades do estado endurecido, estão apresentadas na Figura 1, a seguir:



Figura 1 - Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido [7].

2. RETRAÇÃO E FISSURAÇÃO

Nas argamassas de revestimento, além de estar presente o fenômeno de retração próprio dos materiais cimentícios, ocorre também a influência da perda de água, não só por evaporação, mas também por sucção pela base. Por esta razão, o estudo da retração torna-se mais complexo, exigindo uma sistematização que considere fatores intrínsecos e extrínsecos ligados ao desempenho do revestimento e da construção como um todo.

O efeito da retração está sempre coligado à uma deformação na estrutura da pasta hidratada, provenientes de fenômenos de diferente natureza, contribuindo, cada um, nas diferentes proporções para a deformação total externa do compósito de cimento. Vale ressaltar, que podem ocorrer vários tipos de retração num compósito cimentício e podem ocorrer ao mesmo tempo. A retração total corresponde a contração volumétrica, no entanto, usualmente se mede linearmente através de métodos de ensaio no laboratório.

Fator extrínseco pode assim ser designado como o fator que tem um envolvimento externo com a argamassa, exercendo influência no seu desempenho. Dentre os fatores extrínsecos que têm uma certa influência na retração dos revestimentos cabe destacar, aqueles que afetam diretamente a troca de água da argamassa com o ambiente, por evaporação, e que constam na relação de fatores de deterioração desfavoráveis para o desempenho de uma edificação como um todo. São eles os agentes atmosféricos: radiação solar, temperatura, água de chuva ou água

presente em vapor no ar, e vento. Além destes, outro fator extrínseco é o substrato onde é aplicado o revestimento que, por sua porosidade, absorve água da argamassa interferindo na intensidade da retração.

Já os fatores intrínsecos são os que estão relacionados às caraterísticas e propriedade próprias da argamassa. Os fatores intrínsecos são a composição da mistura - agregados (teor na mistura, composição granulométrica, formato e natureza dos grãos) e pasta (tipos de aglomerante e relação água/aglomerante) - e a espessura da camada de argamassa. A Figura 2 ilustra a forma como esses fatores influenciam o desempenho da argamassa quanto à perda de água, retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas.

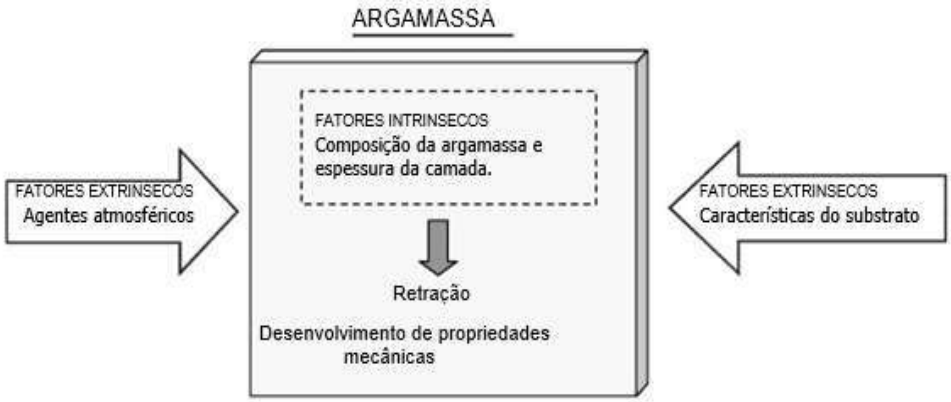


Figura 2 - Influência de fatores extrínsecos e intrínsecos sobre a retração e o desenvolvimento de propriedades mecânicas da argamassa de revestimento de camada única.

Umas das principais causas da retração é a perda de água na pasta de cimento. Sabendo-se que a retração e o desempenho mecânico da argamassa estão profundamente relacionados à quantidade de água presente no material fresco e endurecido a cada instante, a discussão sobre a secagem do material assume um papel importante. A retração por perda de água ocorre na pasta, tanto no estado fresco, quanto no estado endurecido. Esta inicia-se logo após a mistura, quando a pasta é exposta em um ambiente com umidade relativa do ar inferior a 100%, começa a perder água por evaporação em condições climáticas normais, e o faz por meio de uma rede de capilares.

Nas argamassas de revestimento, onde a superfície é muito extensa na fachada dos edifícios em relação ao volume de material aplicado, para além da influência da perda de água por evaporação, há também uma perda intensa de água por sucção, quando aplicados diretamente sobre o substrato poroso. Uma das principais causas que está na origem da retração plástica é a perda de água de amassamento de uma mistura fresca. No entanto, isso pode ser reduzida ajustando a dosagem que evite a exsudação fazendo o uso de aditivos retentores de água. Já na pasta endurecida, a principal causa da retração é a pedra de água adsorvida, retida na superfície dos componentes sólidos da pasta.

Para Neville [2], a pasta de cimento pode sofrer redução de volume de até 1% do volume absoluto do cimento seco, sendo que a intensidade da retração é influenciada por diversos aspectos entre eles: a relação água/cimento, temperatura e umidade do ambiente, a velocidade de ventos, calor de hidratação do cimento, o teor de agregado e o teor de cimento da mistura. Carasek [3] afirma que a retração é resultado de um mecanismo complexo, associado com a variação de volume da pasta aglomerante e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade.

De um modo geral, pode-se dizer que a fissura é uma manifestação patológica resultante do alivio das tensões entre componentes de um mesmo elemento, ou então, entre dois elementos em contato. Ela é uma das manifestações patológicas mais comum de acontecer e pode ser visto em residências, edifícios, ou qualquer tipo de construção. O mais frequente é o surgimento na fase prematura logo após o revestimento das fachadas em diferentes locais, ou muitos anos após a conclusão do edifício, tendo diversas origens.

Assim, a fissuração ocorre quando as tensões que o revestimento sofre devido ao efeito de retração excedem a resistência mecânica à tração do revestimento em determinada idade. Para evitá-lo é preciso que o material tenha uma extensibilidade adequada, ou seja, uma combinação favorável do módulo de deformação e da resistência à tração. A situação de favorecimento à diminuição do risco de fissuração é aquela em que existe contribuição da:

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

- Deformabilidade do material - evolução lenta do módulo de deformação com o tempo, possibilitando diminuição das tensões de tração;

- Resistência à tração, que deverá ser de valor superior ao das tensões que ocorrem no compósito devidas ao impedimento da retração.

Visando melhorar o comportamento dos revestimentos de argamassas junto ao potencial de fissuração, tem sido comum a adição de fibras à argamassa para reduzir o comportamento frágil do revestimento. De acordo com Agopyan e John [4], o efeito da adição de fibra na matriz frágil é o de dificultar a propagação destas fissuras. Sua presença em uma microfissura em propagação atua como um obstáculo, e para ocorrer a fissuração, será preciso o arranchamento da fibra, ou o desvio da fissura pelo contorno da fibra, ou a ruptura da própria fibra e em todos os casos requerem um elevado gasto de energia. Tem-se a consciência que o uso de fibras melhora a tenacidade das argamassas e consequentemente há uma elevação na capacidade do revestimento de absorver deformações, reduzindo assim o seu potencial de fissuração. Com essa redução, diminui–se o risco do revestimento desagregar aumentando a segurança ao uso da edificação. Vale ressaltar que, as propriedades físicas e mecânicas das fibras, seu teor, a distribuição volumétrica na matriz, são alguns dos fatores de extrema importância e devem ser consideradas no momento da produção do compósito, de modo a garantir que o produto final desempenhe as funções adequadamente.

Dentre as caraterísticas importantes das fibras está a geometria, pois quanto maior a extensão da fibra adicionada na matriz, maior será a resistência de atrito durante seu processo de arrancamento. Bentur e Mindess [5], afirma a relação direta do teor da fibra com a capacidade do reforço após a fissuração da matriz. Assim, aumentando a quantidade da fibra na matriz, aumenta-se a capacidade resistente e sua tenacidade, isso porque o aumento das fibras faz com que aumente a quantidade de pontes de transferência de tensões nas fissuras. Ao misturar fibras na argamassa, suas propriedades reológicas são modificadas e estas, por sua vez, influenciam muito na resistência do revestimento. Portanto, ao se adicionar fibras visando melhorar a capacidade do revestimento de absorver deformações, não se pode comprometer sua resistência de aderência, sob pena de se ter manifestações patológicas ainda mais sérias nos revestimentos, o que pode colocar em risco, inclusive, a segurança na sua utilização. .

3. MATERAIS E MÉTODOS

3.1 Método de Pesquisa

Para a determinação da retração no estado endurecido baseou-se na norma da ABNT NBR 15261:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear) [6].

Foram realizados testes com dois tipos diferentes de argamassa industrializados para revestimento. Para cada argamassa foram feitos cinco traços diferentes com três corpos-de-prova cada um. O primeiro sem adição de fibras, o segundo e o terceiro com adição de fibras de polipropileno nos teores de 0,25% e 0,50% e quarto e quinto com adição de fibras de vidro nos teores de 0,25% e 0,50%. O que resultou num total de 30 corpos-de-prova para acompanhamento no estado endurecido. A tabela 1 compila os ensaios realizados.

Tabela 1- Ensaios no Estado Endurecido

ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO						
ARGAMASSA TIPO A	S/F	Fibra de Vidro		Fibra de Polipropileno		Total Geral
	0%	0,25%	0,50%	0,25%	0,50%	
	3 CP's	3 CP's	3 CP's	3 CP's	3 CP's	
ARGAMASSA TIPO B	S/F	Fibra de Vidro		Fibra de Polipropileno		30 CP's
	0%	0,25%	0,50%	0,25%	0,50%	
	3 CP's	3 CP's	3 CP's	3 CP's	3 CP's	

3.2 Materiais

Os materiais utilizados neste experimento foram:

- Argamassa industrializada A - Argamassa pronta para assentamento e revestimento de paredes e tetos, produzida pelo fabricante A. Segundo o fabricante, esta argamassa é composta por cimento, agregados minerais e aditivos especiais, com densidade aparente de 1,5 g/cm³.

- Argamassa industrializada B - Argamassa pronta para assentamento e revestimento de paredes e tetos, produzida pelo fabricante B. Segundo o fabricante, esta argamassa é composta por cimento, agregados minerais e aditivos especiais, com densidade média aparente de 1,5 g/cm³.

- Água - Foi utilizada água de forma a manter o índice de consistência igual 260 ± 10mm, sendo colocada em quantidade próxima à recomendação dos fabricantes.

- Fibra de Vidro - Foi utilizada a Fibralit AR-12, Figura 3, que são fibras de vidro álcali-resistentes para utilização em concretagem para retenção dos esforços mecânicos a retração. Com características conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Especificações Técnicas da Fibra de Vidro

Propriedades Físicas	
Material	Fibra de Vidro AR
Cor	Incolor
Resistência a tração	1.698 MPa
Diâmetro	13 a 15 micrometros
Fator de Forma	857 mm/mm
Densidade	2.68 g/cm³
Módulo de elasticidade	72 GPa
Deformação na ruptura	2 – 3,5%
Resistência ao álcali	Alta
Absorção de água	Zero
Conformidade	ASTM C-1116



Figura 3 - Fibras de vidro AR 12

- Fibra de Polipropileno - Foi utilizada a FibroMac®12 , Figura 4, que é uma fibra de polipropileno, produzida a partir de multifilamentos indicada para o reforço de concretos e argamassas com a finalidade de gerar um composto homogêneo e controlar a fissuração por retração. As especificações desta fibra encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Especificações Técnicas da Fibra de Polipropileno

Propriedades Físicas	
Diâmetro (µm)	18
Seção	Circular
Comprimento (mm)	12
Alongamento (%)	80
Fator de Forma	666 mm/mm
Matéria-prima	Polipropileno
Peso Específico (g/cm³)	0.91
Propriedades Mecânicas	
Temperatura de fusão (ºC)	160
Temperatura de ignição (ºC)	365
Resistência à tração Mpa (N/mm²)	300
Módulo de Young (Mpa)	3000
Aplicação	
Quantidade de fibras por kilograma	360 000 000
Área superficial específica (m²/kg)	244



Figura 4 - Fibras de Polipropileno

Para fazer a dosagem da argamassa de referência foi adotada a recomendação do fabricante. A fim de realizar a dosagem nas proporções adequadas, o volume de fibra foi convertido em massa a partir da expressão abaixo:

$$\mathbf{m}_{fibra} = \frac{\mathbf{d}_{fibra} \times \mathbf{t}\% \times \mathbf{m}_{argamassa}}{\mathbf{d}_{argamassa}}$$

Onde:
$\mathbf{m}_{fibra}$ = massa de fibra a ser adicionada no traço (g);
$\mathbf{d}_{fibra}$ = densidade da fibra (g/cm³);
t% = percentual de fibra em relação ao volume de argamassa;
$\mathbf{m}_{argamassa}$ = massa de argamassa utilizada no traço (g);
$\mathbf{d}_{argamassa}$ = densidade da argamassa (g/cm³).

Para as argamassas com aplicação de fibras foram realizados alguns testes no laboratório para fazer a definição da quantidade de fibras a serem utilizadas, onde ficou definido que seriam utilizados as porcentagens de 0,25% e 0,50% de cada tipo de fibra.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Para realização da mistura da argamassa foram adotados os critérios estabelecidos na ABNT NBR 13276:2005 [7].

Para a mistura da argamassa industrializada foi adotado o seguinte procedimento, ilustrado na Figura 5:

a) Separação da quantidade da água em ml (mililitro);
b) Colocação da água no recipiente do misturador;
c) Colocação da fibra desagregada junto com a água no recipiente do misturador;
d) Colocação do material seco (argamassa industrializada) de modo contínuo, durante um período de 30 segundos;
e) Acionamento do misturador na velocidade baixa;
f) Misturou-se por 30 segundos e desligou-se o aparelho;
g) Raspou-se toda a superfície interna do recipiente e da pá do misturador num intervalo de 60 segundos;
h) Ligou-se o misturador por mais 30 segundos em velocidade alta;



Figura 5 - Mistura da argamassa.

Para determinação do índice de consistência também foram adotados os critérios estabelecidos na ABNT NBR 13276:2005 [7]. Considerando a média dos três diâmetros encontrados foi determinado o índice de consistência da argamassa. A Figura 6 ilustra esse procedimento.



Figura 6 - Determinação do índice de consistência.

Foram utilizados moldes de aço, construido conforme orientações da norma, dimensões 25 mm x 25 mm x 285 mm, com comprimento efetivo e 250mm. Nas extremidades de cada molde ficam os pinos são de aço inoxidavel. A distância interna livre entre os pinos ficaram com 250 ± 2,5 mm, sendo que cada pino penetrou no corpo de prova 17,7 ± 0,5mm.

Os corpos de prova foram desformados após 48h e armazenados em local adequado dentro do Laboratório de Materiais – LMCC da Universidade Federal do Ceará-UFC. As Figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, a moldagem e desforma dos corpos-de-prova.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459


Figura 7 - Moldagem dos corpos-de-prova.


Figura 8 - Desforma dos corpos-de-prova.

Após a desforma foram efetuadas as leituras iniciais de comprimento e massa (L_o e m_o). Além das leituras iniciais foram feitas leituras (L_i e m_i) nos 1º, 3º, 7º, 14º, 21º, 28º e 56º dias após a desforma. As deformações de cada corpo-de-prova foram calculadas pela expressão abaixo:

$$\varepsilon i = - (\underline{Li - L0}) / 0{,}25$$

Onde:
εi = medida da variação dimensional, caracterizada como retração (quando positiva) ou expansão (quando negativa), na idade "i", arrendodada ao centésimo mais próximo, (mm/m);
Li = leitura efetuada na idade "i", (mm);
Lo = leitura efetuada após a desforma, (mm).

A variação de massa para cada corpo-de-prova foram obtidas pela expressão abaixo:

$$\Delta m = (\underline{mi - m0})x100 / m0$$

Onde:
Δm = variação da massa, arredondada ao décimo mais próximo;
mi = leitura efetuada na idade "i", (g);
mo = leitura efetuada após a desforma, (g).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados no estado Fresco

Durante a moldagem, se priorizou a manutenção média do índice de consistência para todos os traços. Os resultados encontrados para o índice de consistência e a quantidade de água para obtê-los se encontram na tabela 5.

Tabela 5 - Resultados para o índice de consistência

	Referência	**Fibra de Polipropileno**		**Fibra de Vidro**	
ARG. A	**0%**	**0,5%**	**0,25%**	**0,5%**	**0,25%**
	Ø269,33mm (269 + 266 + 273)	Ø270,00mm (265 + 272 + 273)	268,00mm (265 + 270 + 269)	Ø 269,66mm (268 + 270 + 271)	Ø 269,00mm (272 + 268 + 267)
ARG. B	**0%**	**0,5%**	**0,25%**	**0,5%**	**0,25%**
	Ø269,33mm (265 + 244 + 257)	Ø 268 (265 + 270 + 269)	Ø 273,3 (274 + 275 + 271)	Ø 253,0 (250,8+257,1+251,1)	Ø 262,0 (266 + 253 + 267)

4.2 Resultados no estado endurecido

4.2.1 Resultados de Retração

A Figura 9 ilustra os valores obtidos para a retração dos dez corpos de prova para as diferentes proporções de adições de fibras às argamassas utilizadas no estudo.

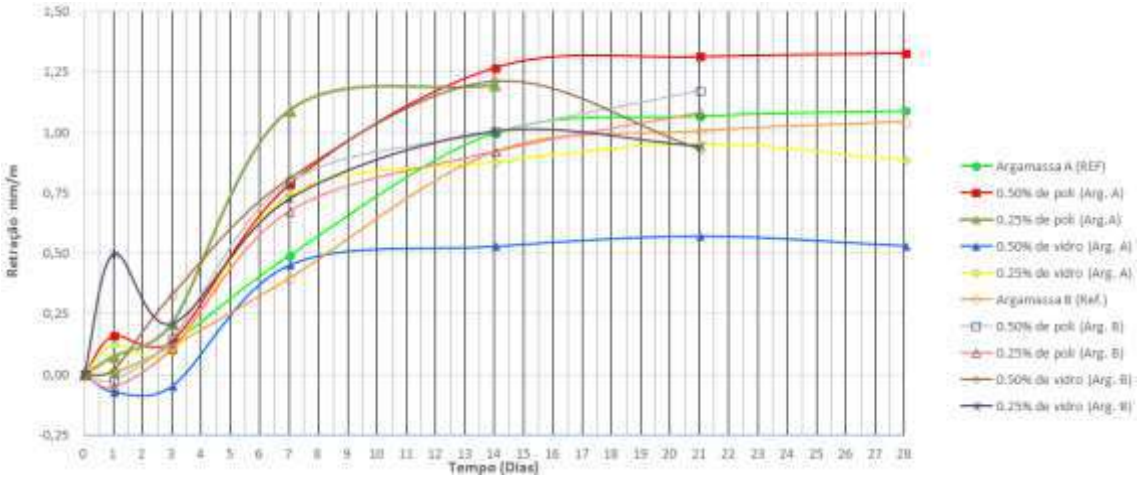


Figura 9 - Retração no estado endurecido: gráfico com dez traços de diferentes proporções de adição de fibras às argamassas industrializadas.

A Figura 10 permite uma melhor análise do efeito de adição das fibras às argamassas. Nesta figura pode-se notar que o comportamento dos traços de referência das duas argamassas utilizadas é praticamente igual, sendo que a Argamassa A apresenta valores de retração levemente maiores que a Argamassa B. Com relação à adição de fibras à Argamassa A (Figura 10a), percebe-se que a adição de 0,5 % em volume de fibras de polipropileno e 0,25 % em volume de fibra de vidro aumentaram a retração no primeiro dias após a desforma dos corpos-de-prova, entretanto, o traço com adição de 0,5 % em volume de fibra de vidro – ainda nos primeiros dias – apresentou expansão (retração negativa). Após o 14º dia observa-se uma estabilização na retração dos corpos-de-prova, data a qual podemos notar que nos traços em que foi adicionado fibra de vidro a retração foi menor que nos traços de referência, enquanto que nos traços em que foi adicionada fibra de polipropileno a retração foi maior.

A respeito da adição de fibras à Argamassa B (Figura 10b), nota-se que os traços com adição fibra de polipropileno apresentaram uma expansão no primeiro dia após a desmoldagem, porém, já no terceiro dia, esse traços apresentam retração próxima dos traços de referência. A adição de fibras de vidro a esta Argamassa aumentou a retração dos corpos-de-prova. No vigésimo primeiro dia podemos notar que os traços com adição de fibra de vidro também diminuem a retração, fato não observado pela adição de fibras de polipropileno. A redução da retração nos traços adicionados de fibras de vidro pode ser atribuída ao maior fator de forma desta (857) em comparação ao fator de forma das fibras de polipropileno (666).

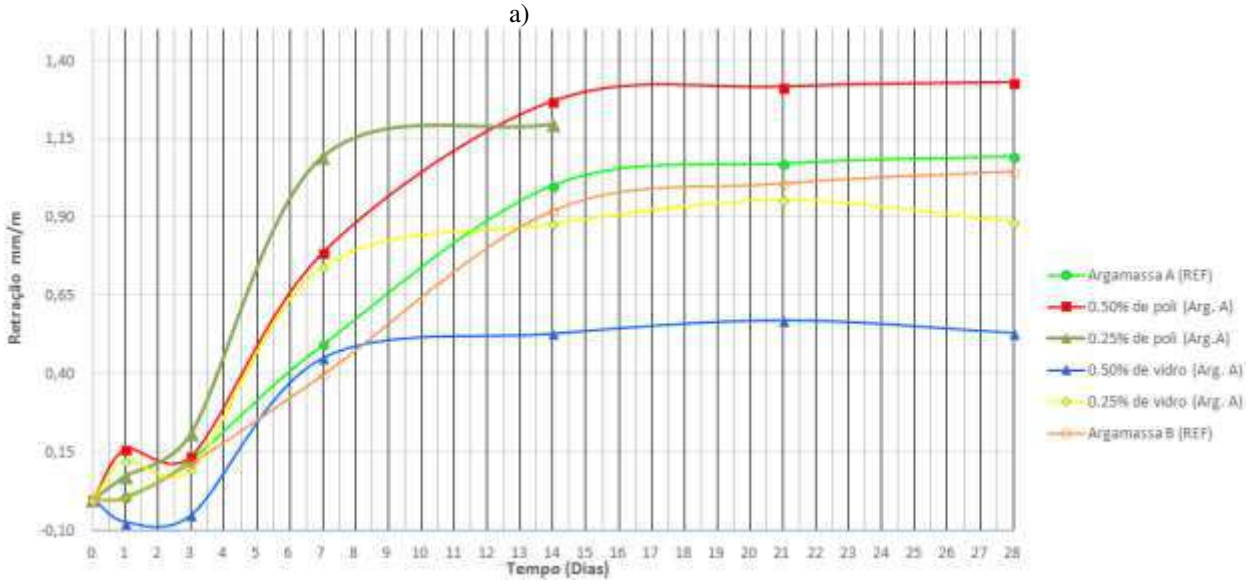
Observando os valores da Tabela 6 torna-se mais visível que a adição de fibras de polipropileno às argamassas industrializadas aumentou a retração ao final do período observado de 21 dias, entretanto a adição de fibras de vidro fez com que essa retração fosse menor. Ainda observando a adição de fibras de vidro, percebemos que a retração nos traços com adição de 0,50% em volume de vibras foi menor que a retração nos traços nos quais foi adicionado o teor de 0,25% em volume dessa mesma fibra.Infere-se que este aumento na retração observado com a adição de fibras de polipropileno é devido à água adicional colacada na mistura para se obter a mesma consistência dos traços de referência. Sendo assim deve-se ter um cuidado especial em relação à quantidade de água adicionada à mistura.

Tabela 6 - Valores de retração e variação de massa aos 21 dias após a desmoldagem para os traços analisados.

Descrição do traço	Retração (mm/m)			Variação de massa (%)		
	Traço de Referência	Traço com adição de fibras	Relação Fibras/ Referência	Traço de Referência	Traço com adição de fibras	Relação Fibras/ Referência
0,50% de Poli	1,07 (Arg. A)	1,32	123,4 %	9,4 (Arg. A)	13,6	144,7 %
0,25% de Poli		1,20 (14 dias)	-		10,6 (14 dias)	-
0,50% de Vidro		0,57	53,3 %		13,1	139,4 %
0,25% de Vidro		0,96	89,7 %		10,6	112,8 %
0,50% de Poli	1,01 (Arg. B)	1,17	115,8 %	8,5 (Arg. B)	10,3	121,2 %
0,25% de Poli		1,08	106,9 %		10,2	120,0 %
0,50% de Vidro		0,93	92,1 %		10,3	121,2 %
0,25% de Vidro		0,94	93,1 %		9,7	114,1 %

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

a)



b)

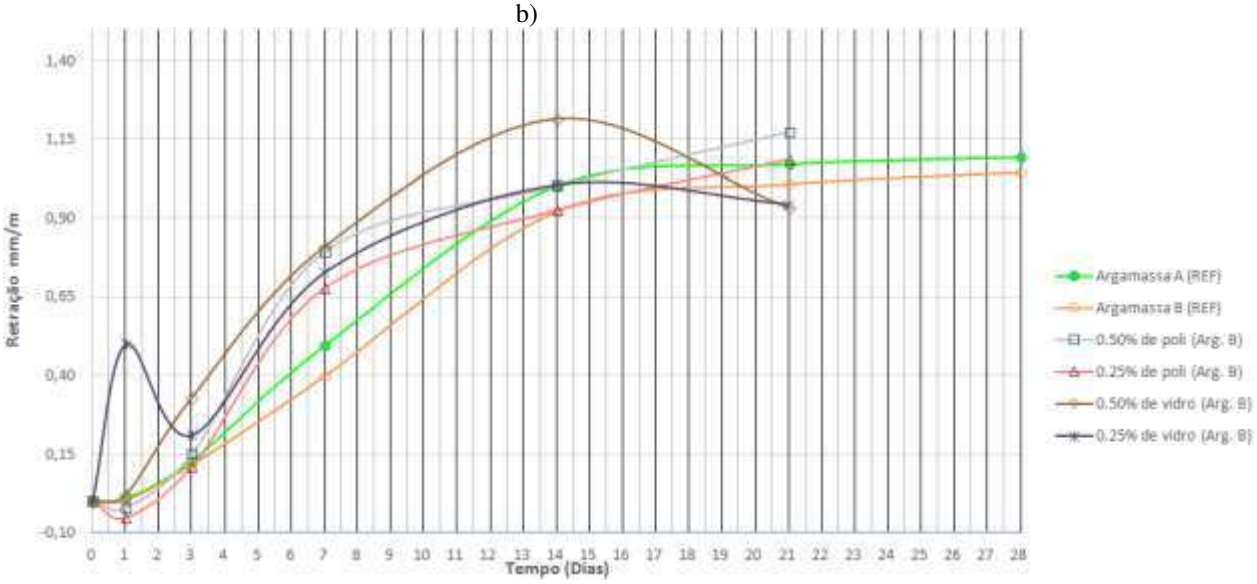


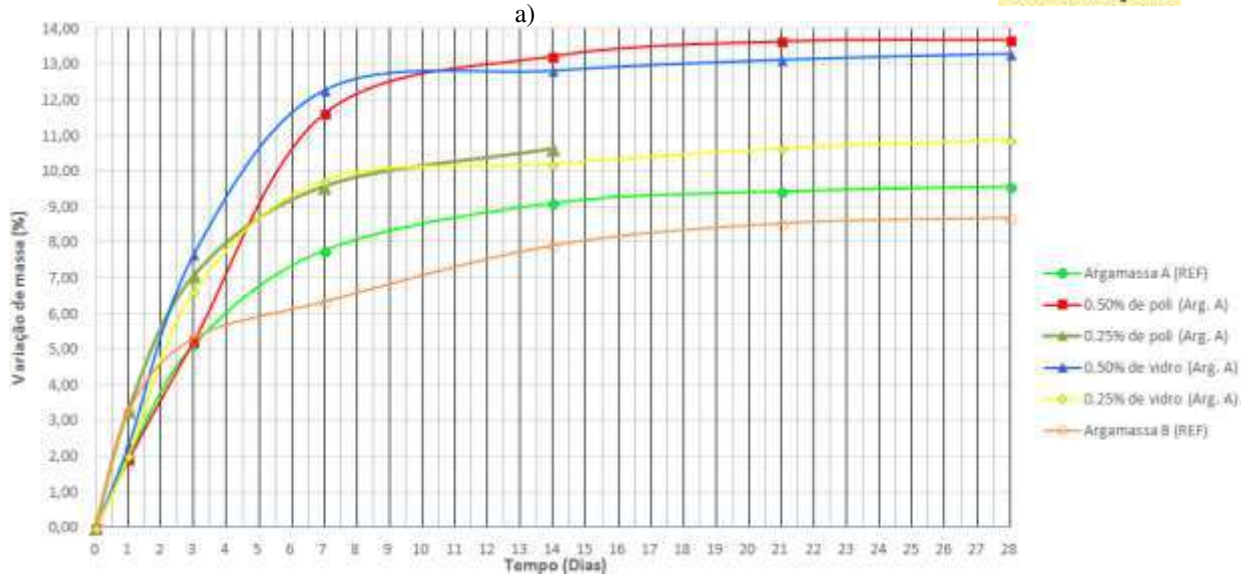
Figura 10 - Retração no estado endurecido: a) traços e referência com adição de fibras à Argamassa A; b) traços e referência com adição de fibras à Argamassa B.

4.2.2 Resultados de variação da massa

Em se tratando da variação da massa (Figura 11a-b), podemos notar que, tanto para a Argamassa A, quanto para a Argamassa B, os traços com maior percentual de fibras (0,5%) foram os que apresentaram maior variação de massa, seguidos pelos traços com adição de 0,25 % de fibras. O traço da Argamassa B sem adição de fibras foi o que apresentou menor variação de massa.

Sabe-se que a maior parte da variação da massa dos corpos-de-prova é devido à evaporação da água utilizada na mistura. Tendo em vista que para atingir a consistência padronizada de 260 ± 10 mm teve que ser adicionada uma quantidade maior de água proporcional à quantidade de fibras, atribuí-se o aumento a variação de massa nos traços com fibras maior taxa de evaporação, decorrente da maior quantidade de água presente nesses traços.

a)



b)

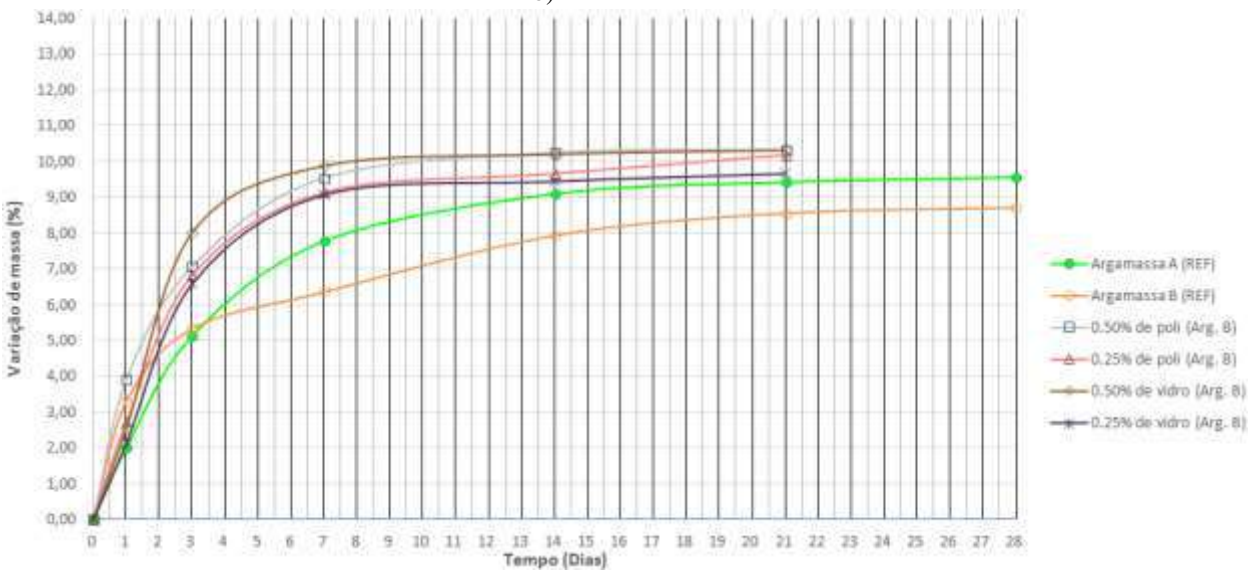


Figura 11 - Variação da massa em traços de argamassas industrializadas com adição de fibras em diferentes percentuais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluí-se deste estudo que a adição de fibras de fibro à argamassas industrializadas diminue a retração, obtendo-se um melhor resultado para a adição de 0,5% em volume desse tipo de fibra. Contudo, a adição de fibra nem sempre reduz a retração no estado endurecido, antes disso, pode tornar esta retração mais elevada. Tal fato é atribuído à quantidade de água utilizada na mistura para manter a mesma consistência dos traços de referência – as fibras absorvem parte da água de amassamento e para se obter a mesma consistência dos traços de referência se faz necessário a utilização de mais água. A determinação dessa quantidade de água absorvida pelas fibras é fundamental que possa conhecer o quanto de água de deve adicionar à mistura de argamassa com fibra.

Desta forma, recomenda-se o estudo da determinação correta da água de amassamento em argamassas industrializadas com adições de fibras, a fim de que seja possível obter as vantagens do reforço de fibras sem, no entanto, aumentar a retração do compósito.

6. REFERÊNCIAS

[1] YAZIGI, Walid. “A Técnica de Edificar”**.** Editora PINI. 1997

[2] NEVILLE. A.M. (1997). **"**Propriedades do concreto**".** Trad. de Salvador E. Giammusso. 2ª ed. São Paulo, PINI.
[3] CARASEK, Helena. "Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais". São Paulo, IBRACON, 2007.
[4] AGOPYAN, V.;JOHN, V.M. "Introdução a materiais reforçados com fibras e a tecnologia de CRV". *Simpósio Internacional – componentes pré-moldados em cimento reforçado com fibras de vidro.* P.1-11, 2000.76:200
[5] BENTUR, A.; MINDESS, S. "Fibre reinforced cementitious composites". United Kingdon. Barking, Elsevier, 1990.
[6] ABNT NBR 15261:2005: "Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da variação dimensional (retratação ou expansão linear)". Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
[7] ABNT NBR 13276:2005: "Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência". Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
[7] SABBATINI, F. H. "Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente". *Boletim Técnico* – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 26 p. 1986.