

Desempenho de argamassas reforçadas com fibras acrílicas



Luiz A. P. Oliveira
DECA – UBI
Portugal
luiz.oliveira@ubi.pt



Paula C. P. Alves
DECA – UBI
Portugal
paulacpalves@sapo.pt



Sérgio M. M. Dias
DECA – UBI
Portugal
sergiommdias@sapo.pt

Resumo: O artigo apresenta os resultados de um estudo experimental desenvolvido com uma argamassa mista, na qual se adiciona fibras acrílicas com o objectivo de avaliar o comportamento das mesmas em matriz cimentícia. A avaliação do desempenho das fibras acrílicas foi realizada com ensaios de flexão e compressão, comparativamente com fibras de vidro e polipropileno. Ensaios de retracção em túnel de vento foram realizados para avaliar a capacidade das fibras em absorver esforços e evitar fissuração. Conclui-se que as fibras acrílicas têm comportamento mecânico semelhantes as fibras de referência e quanto a retracção as fibras acrílicas apresentam bom desempenho.

Palavras – chave: argamassa de revestimento, fibras acrílicas, retracção.

1. INTRODUÇÃO

É de notar que, a utilização de materiais compósitos cresceu em diversidade, podendo ser encontrados em várias aplicações na construção civil [1]. O objectivo da utilização destes materiais é obter maior eficiência nas aplicações específicas de engenharia, de modo a colmatar as deficiências resultantes da utilização dos materiais tradicionais.

O material compósito estudado neste trabalho é uma argamassa reforçada com fibras, sendo esta, uma maneira bastante eficiente de reduzir a fragilidade na ruptura, aumentar a durabilidade e conferir propriedades mecânicas não encontradas nas argamassas convencionais, relacionadas à capacidade de deformação e absorção de energia. As fibras usadas no estudo são acrílicas, fornecidas pela FISIFE – Fibras Sintéticas de Portugal, tendo sido adoptadas fibras de Vidro e de Polipropileno como meio de comparação.

As fibras sintéticas surgem como uma alternativa às fibras de amianto no reforço de matrizes de base cimentícia [2], devido à perigosidade que este tipo de fibra representa para o ser humano.

Um ganho apreciável de desempenho quanto ao controle de fissuração por retracção plástica foi observado para argamassas de reparo [3], onde o baixo módulo de elasticidade das fibras é suficiente para inibir a propagação das fissuras. As fissuras de retracção

plástica são largamente evidentes em revestimentos de grandes espessuras e de grandes áreas de exposição.

Torna-se de extrema importância obter um bom desempenho das argamassas em determinadas aplicações, evitando-se deste modo a degradação do material. Convém salientar, que o desenvolvimento de fissuras por retracção plástica leva o material a uma rápida deterioração. Através de ensaios de retracção livre e retracção restringida pode-se avaliar a eficiência das fibras em reduzir a retracção plástica e por consequência a fissuração. Este estudo tem por objectivo verificar a possibilidade de uso da fibra acrílica como alternativa às fibras sintéticas mais correntemente empregadas, como as fibras de polipropileno e fibras de vidro. Para este fim, foram realizados ensaios para determinação das propriedades físicas e mecânicas em argamassas de matriz cimentícia sem e com adição das fibras estudadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista a avaliação da capacidade de reforço das fibras acrílicas, o estudo experimental foi desenvolvido com uma argamassa típica rica em cimento, no traço (em volume) 1:3 de cimento e areia. As argamassas receberam diferentes proporções volumétricas de fibras. Para as mesmas matrizes cimentícias, foram também feitas amassaduras com fibras de vidro e polipropileno que serviram como referência. Da investigação realizada resultaram 19 amassaduras. Com o objectivo de avaliar a eficiência das fibras acrílicas, em reduzir a retracção plástica e por consequência a fissuração, foram também realizadas algumas amassaduras adicionais das quais resultaram argamassas que foram moldadas em pequenas lajetas e sujeitas a ensaios de retracção num túnel de vento criado para o efeito.

2.1. Materiais

Para compor as argamassas utilizou-se um cimento Portland do tipo II classe 32,5 e areia do Tejo com as seguintes características: dimensão máxima 4,76 mm e módulo de finura 2,97 e massa volúmica 2450 kg/m³.

As fibras usadas foram respectivamente acrílicas, vidro e polipropileno. Todas as fibras foram fornecidas pela FISIFE – Fibras Sintéticas de Portugal. As características essenciais das fibras usadas são apresentadas na tabela 1:

Tabela 1 – Características e propriedades mecânicas e químicas das fibras usadas.

Tipo	Diâmetro [μm]	Comp. [mm]	Massa Espec. [kg/m ³]	Resist. Tracção [N/mm ²]	Alonga. Ruptura [%]	Resist. aos álcalis
Acrílicas	14,4	4; 6; 12	1170	690	15 a 20	Boa
	27			500	14 a 18	Boa
	43			380	13 a 17	Boa
Vidro AR	-----	12	2700	2450 a 3150	2 a 3	Razoável
Polipropileno	17 a 20	12	910	560	8	Boa

2.2. Métodos

2.2.1. Determinação das propriedades físicas e mecânicas

O processo de amassadura e preparação dos provetes foi realizado segundo a norma EN 1015-2 [4]. Foram realizados ensaios de consistência para as argamassas no estado fresco segundo a norma EN 1015-3 [5]. Para cada argamassa foram moldados 6 corpos de prova prismáticos, com os quais foram determinados as massas volúmicas na idade de 28 dias segundo a norma EN 1015-10 [6] e o coeficiente de absorção de água por capilaridade da argamassa endurecida, segundo a norma EN 1015-18 [7], nas idades de 7 e 28 dias.

As propriedades mecânicas das argamassas endurecidas foram determinadas através de ensaios de resistência à compressão e de resistência à flexão, realizados de acordo com a norma EN 1015-11 [8]. Estes ensaios foram realizados nas idades de 7 e 28 dias.

Para uma melhor avaliação do desempenho das fibras pós fissuração, durante o ensaio de flexão, mediram-se as cargas em função do incremento de deformações.

Sendo que as fissuras por retracção aparecem durante as primeiras horas de cura, procedeu-se à realização de um ensaio de retracção através do recurso a um sistema “acelerador” deste efeito. Assim, foi utilizado um túnel de vento no qual a velocidade do vento é de 12 km/h. Corpos de prova no formato de uma lajeta (com 4cm de altura por 25cm de largura e 32cm de comprimento) foram colocados no túnel durante 24h, sujeita a uma temperatura e humidade relativa aproximadamente constantes ($H_r \cong 40\%$, $T \cong 40^\circ\text{C}$). A lajeta é armada com uma malha soldada de aço, com 6 mm de diâmetro e um espaçamento de 10cm, precisamente para ampliar o efeito de retracção nas primeiras horas de cura.

2.2.2. Procedimentos de Amassadura

2.2.2.1. Mistura a Húmido

Numa 1ª fase a mistura dos materiais foi realizada a húmido. Os materiais eram colocados na misturadora e posteriormente era adicionada a água da amassadura. Verificou-se que as fibras com este processo não eram devidamente dispersas na argamassa, existindo nódulos circunstanciais, afectando o comportamento do compósito resultante. Considerou-se então necessário, encontrar uma solução que permitisse uma dispersão adequada das fibras. Passou-se assim a um novo processo de mistura.

2.2.2.2. Mistura a Seco

Numa 2ª fase passou-se a um processo de mistura a seco, em que, as fibras foram misturadas com a areia e o cimento antes de serem colocadas na misturadora. Para obter melhores resultados foi idealizado um processo de mistura que é descrito em seguida:

Após a pesagem dos materiais, parte destes é introduzida faseadamente num garrafão. As fibras são introduzidas manualmente no garrafão e sempre sobre o material mais fino (cimento).

A mistura é realizada por 3 etapas:

1ªetapa: O garrafão é agitado na direcção vertical e horizontal durante cerca de 1min.

2ªetapa: A mistura é executada mecanicamente com o auxílio de uma “misturadora” criada para o efeito durante cerca de 2 minutos.

3ªetapa: O garrafão é agitado novamente, na direcção vertical e horizontal durante cerca de 1min. A mistura é então despejada para o respectivo recipiente.

O processo é repetido para o restante material.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Índice de consistência

A tabela seguinte apresenta os resultados obtidos no ensaio de consistência. Para obter uma trabalhabilidade adequada a consistência foi controlada através da razão A/C.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de consistência das argamassas.

Tipo de mistura	Tipo de Fibras	Caract. da Fibra			Média [cm]	Desvio Padrão	Coef. Variação (%)*	Índice de consistência [%]
		l[mm]	d[μ m]	%				
Seco	S/Fib.	-----	-----	-----	23,83	0,60	2,5	138,3
Húmido	Acril.	4	14,4	0,2	16,10	0,04	0,2	61,3
Húmido	Acril.	4	14,4	0,5	16,40	0,35	2,1	63,5
Húmido	Acril.	12	14,4	0,2	15,90	0,14	0,9	58,5
Húmido	Acril.	12	14,4	0,5	13,30	0,00	0,0	33,0
Húmido	Vidro	12	-----	0,5	18,20	0,14	0,8	82,0
Húmido	Polip.	12	-----	0,5	18,70	0,07	0,4	86,5
Húmido	Acril.	4	43	0,2	21,48	0,39	1,8	114,8
Húmido	Acril.	4	43	0,5	19,60	0,21	1,1	96,0
Húmido	Acril.	12	43	0,2	19,70	0,57	2,9	97,0
Húmido	Acril.	12	43	0,5	17,68	0,04	0,2	76,8
Seco	Acril.	4	27	0,5	21,15	0,42	2,0	111,5
Seco	Acril.	12	27	0,5	15,90	0,07	0,4	59,0
Seco	Acril.	6	27	0,5	18,68	0,74	4,0	86,8
Seco	Polip.	12	-----	0,2	16,50	0,28	1,7	65,0
Seco	Acril.	4	14,4	0,2	18,70	0,74	4,0	86,8
Seco	Acril.	4	43	1	19,70	0,04	0,2	96,8
Seco	Acril.	4	14,4	1	12,20	0,14	1,1	21,5
Seco	Acril.	4	27	1	21,60	0,53	2,5	116,3

* Relação, em percentagem, entre o desvio padrão e a média resultante dos provetes ensaiados.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar que para um mesmo diâmetro e volume de fibras, quando se faz aumentar o comprimento, o índice de consistência diminui. Pelo contrário, quando é o diâmetro que aumenta, sendo o comprimento e o volume de fibra constante, o índice de consistência aumenta. Tal resultado se explica pela alteração da área superficial de molhagem das fibras que é aumentada ou reduzida conforme se altera o comprimento ou o diâmetro das fibras para um mesmo volume ocupado pelas mesmas. Ou seja, há uma tendência a que, para valores mais altos de l/d diminua o índice de consistência.

3.2. Massa volúmica

Os resultados apresentados na tabela que se segue são referentes aos valores obtidos na idade de 28 dias para a massa volúmica segundo a norma EN 1015 – 10.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de massa volúmica.

Tipo de mistura	Tipo de Fibras	Fibra			28dias		
		l[mm]	d[μ m]	%	ρ_s (Média) [Kg/m ³]	Desvio Padrão	Coef. Variação (%)
Seco	S/Fib.	-----	-----	-----	1950,9	11,73	0,6
Húmido	Acril.	4	14,4	0,2	1872,6	9,04	0,5
Húmido	Acril.	4	14,4	0,5	1824,5	1,57	0,1
Húmido	Acril.	12	14,4	0,2	1832,0	3,19	0,2
Húmido	Acril.	12	14,4	0,5	1792,4	5,14	0,3
Húmido	Vidro	12	-----	0,5	1927,4	4,74	0,2
Húmido	Polip.	12	-----	0,5	1905,8	6,04	0,3
Húmido	Acril.	4	43	0,2	1908,6	12,18	0,6
Húmido	Acril.	4	43	0,5	1838,0	11,20	0,6
Húmido	Acril.	12	43	0,2	1890,6	19,45	1,0
Húmido	Acril.	12	43	0,5	1752,8	22,18	1,3
Seco	Acril.	4	27	0,5	1838,3	33,36	1,8
Seco	Acril.	12	27	0,5	1755,8	10,43	0,6
Seco	Acril.	6	27	0,5	1709,0	3,35	0,2
Seco	Polip.	12	-----	0,2	1850,8	6,74	0,4
Seco	Acril.	4	14,4	0,2	1878,9	16,71	0,9
Seco	Acril.	4	43	1,0	1701,0	2,59	0,2
Seco	Acril.	4	14,4	1,0	1728,1	11,39	0,7
Seco	Acril.	4	27	1,0	1599,8	9,32	0,6

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que a inserção de fibras faz diminuir a massa volúmica do material, como já era de se esperar, pois estas apresentam uma densidade menor que a da matriz. No entanto, esta diminuição não é muito significativa para teores baixos de fibras (0,2% e 0,5%) encontrando-se entre 1% e 12%. No caso em que, se utilizou 1% de fibras, esta variação foi mais acentuada, sendo o valor mais alto de 18%.

É conhecido também o facto de as fibras incorporarem ar quando da mistura na argamassa, sendo que esta ocorrência se torna mais significativa no caso do uso de percentagens de fibras elevadas. Este facto vem implicar uma maior redução da massa volúmica.

3.3. Resistência à flexão

Os resultados apresentados para argamassas referentes aos ensaios de resistência á flexão na idade de 7 e 28 dias foram obtidos segundo a norma EN 1015 – 11.

Tabela 4 – Resultados de resistência à flexão das argamassas.

Tipo de mistura	Tipo de Fibras	Fibra			7 dias			28 dias		
		l[mm]	d[μ m]	%	Média [N/mm ²]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)	Média [N/mm ²]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)
Seco	S/Fib.	-----	-----	-----	2,76	0,31	11,2	4,04	0,52	12,9
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,2	2,61	0,05	2,0	3,59	0,07	1,8
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,5	2,21	0,24	10,9	3,07	0,15	4,7
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,2	3,44	0,14	3,9	3,21	0,11	3,5
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,5	3,20	0,14	4,2	3,28	0,31	9,5
Húmido	Vidro	12	-----	0,5	2,86	-----	-----	3,18	0,09	2,8
Húmido	Polip.	12	-----	0,5	2,24	0,18	8,0	2,97	0,16	5,3
Húmido	Acríl.	4	43	0,2	3,52	0,11	3,2	3,75	0,27	7,2
Húmido	Acríl.	4	43	0,5	2,74	0,11	4,1	3,54	0,36	10,2
Húmido	Acríl.	12	43	0,2	2,92	0,09	3,1	3,96	0,45	11,4
Húmido	Acríl.	12	43	0,5	2,19	0,00	0,0	3,49	0,39	11,3
Seco	Acríl.	4	27	0,5	2,22	0,30	13,4	3,17	0,10	3,3
Seco	Acríl.	12	27	0,5	1,82	0,31	16,9	3,84	-----	-----
Seco	Acríl.	6	27	0,5	2,36	0,15	6,2	3,10	0,15	4,8
Seco	Polip.	12	-----	0,2	2,51	-----	-----	3,99	0,63	15,7
Seco	Acríl.	4	14,4	0,2	2,81	0,42	14,9	4,58	-----	-----
Seco	Acríl.	4	43	1	2,22	0,26	11,5	2,56	0,48	18,5
Seco	Acríl.	4	14,4	1	2,29	0,11	4,6	2,51	0,30	11,8
Seco	Acríl.	4	27	1	1,33	0,21	15,7	2,03	0,15	7,3

Na generalidade (e fazendo uma análise aos 28 dias), para um mesmo comprimento quando mantemos o diâmetro constante e aumentamos o volume de fibras, a resistência à flexão diminui, devido ao aumento $(l/d)*v_f$ (índice de fibras).

Pelo contrário, quando o volume de fibras é mantido constante e se faz aumentar o diâmetro, os valores de resistência à flexão aumentam. Isto deve-se à diminuição de l/d (esbelteza ou *aspect ratio*).

3.3.1. Comparação dos três tipos de fibras para um teor de 0,5% de adição

Foram obtidos valores mais altos de resistência à flexão para as argamassas com fibras acrílicas quando comparadas com as argamassas com fibras de vidro e polipropileno com o mesmo comprimento e volume de fibras igual a 0,5% aos 28 dias. No entanto a que se levar em consideração que o diâmetro das fibras de polipropileno não é igual a nenhum dos utilizados nas fibras acrílicas situando-se entre 17 a 20 μ m. Quanto ao diâmetro das fibras de vidro não é conhecido.

3.3.2. Comparação das misturas

Pela análise da Figura 1 é possível verificar que uma melhor dispersão de fibras permite melhorar os resultados de resistência à flexão. Isto acontece porque a amassadura 16 foi

realizada pelo processo de mistura a seco. Além disso esta mistura, com volume de fibras de 0.2 % e $l/d = 277,8$, atingiu os valores mais altos de resistência à flexão.

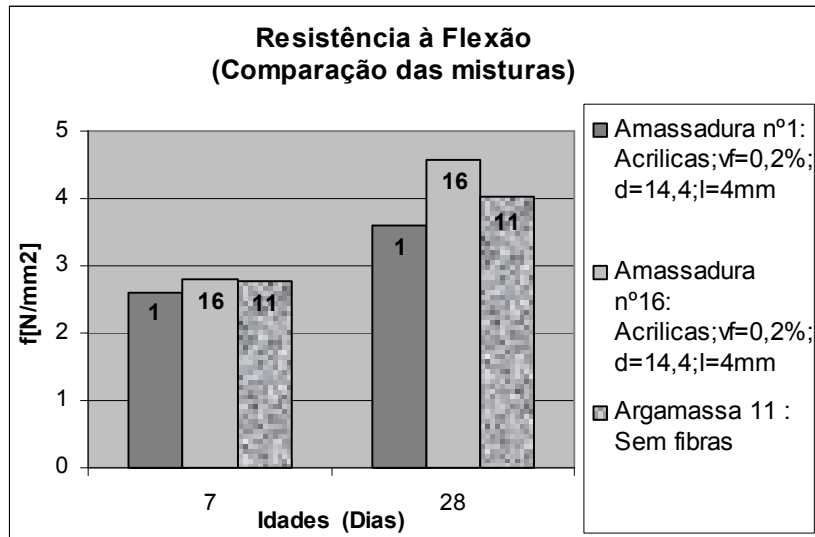


Figura 1 – Resistência à flexão das argamassas com inserção de fibras acrílicas com comprimento igual a 4 mm, diâmetro igual a $14,4\mu\text{m}$ e volume de fibras igual a 0,2%.

3.3.3. Influência do índice de fibras na resistência à flexão

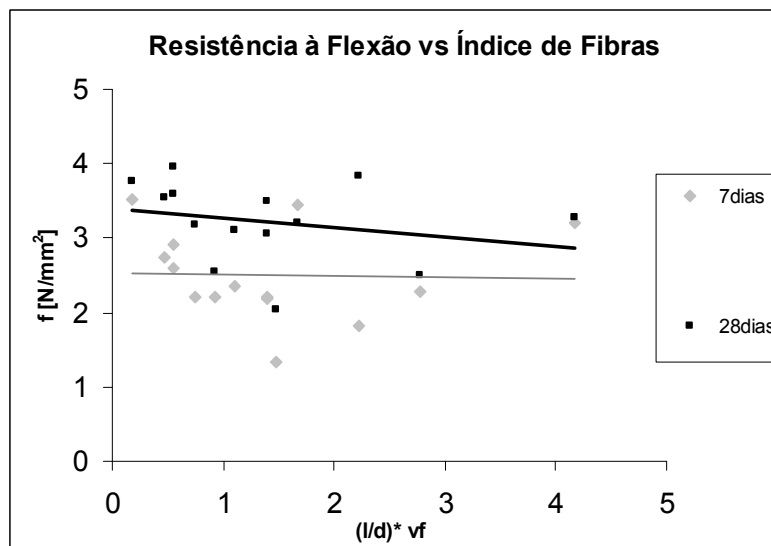


Figura 2 – Resistência à flexão das argamassas com fibras acrílicas versus índice de fibras.

Na Figura 2 é possível, ainda que com uma fraca correlação, visualizar uma tendência de diminuição dos valores de resistência à flexão com o aumento do índice de fibras, sendo

que esta diminuição é mais acentuada aos 28 dias. No entanto, para valores mais altos de índice de fibras verifica-se uma menor discrepância entre os valores de flexão obtidos aos 7 e 28 dias.

3.4. Resistência à compressão

Tabela 5 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão das argamassas.

Tipo de mistura	Tipo de Fibras	Fibra			7 dias			28 dias		
		l[mm]	d[μ m]	%	Média [N/mm ²]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)	Média [N/mm ²]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)
Seco	S/Fibras	-----	-----	----	12,42	1,23	9,9	12,75	0,56	4,4
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,2	11,63	0,49	4,2	17,22	1,78	10,3
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,5	9,68	0,36	3,7	14,13	0,72	5,1
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,2	10,81	0,94	8,7	15,81	0,63	4,0
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,5	9,85	1,11	11,3	15,26	0,81	5,3
Húmido	Vidro	12	-----	0,5	13,04	0,93	7,1	15,71	0,69	4,4
Húmido	Polip.	12	-----	0,5	11,01	0,51	4,6	14,13	0,66	4,7
Húmido	Acríl.	4	43	0,2	14,34	1,19	8,3	15,61	0,50	3,2
Húmido	Acríl.	4	43	0,5	13,50	0,57	4,2	9,19*	1,56	17,0
Húmido	Acríl.	12	43	0,2	11,38	1,19	10,5	15,39	0,79	5,1
Húmido	Acríl.	12	43	0,5	9,65	0,70	7,3	12,92	2,24	17,3
Seco	Acríl.	4	27	0,5	9,04	2,44	27,0	13,94	0,53	3,8
Seco	Acríl.	12	27	0,5	8,04	0,85	10,6	13,05	2,04	15,6
Seco	Acríl.	6	27	0,5	10,31	0,44	4,3	10,16	0,76	7,5
Seco	Polip.	12	-----	0,2	13,53	0,75	5,5	13,42	0,38	2,8
Seco	Acríl.	4	14,4	0,2	8,96	1,16	12,9	12,28	0,94	7,7
Seco	Acríl.	4	43	1	10,30	1,02	9,9	10,43	0,56	5,4
Seco	Acríl.	4	14,4	1	10,81	0,28	2,6	10,33	0,32	3,1
Seco	Acríl.	4	27	1	8,23	0,32	3,9	8,75	0,09	1,0

* Valor fora do intervalo esperado

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5 verifica-se na generalidade, que para argamassas com fibras de diâmetro igual, ao aumentar o volume de fibras ou o comprimento, a resistência à compressão toma valores mais baixos.

3.4.3. Influência do índice de fibras na resistência à compressão

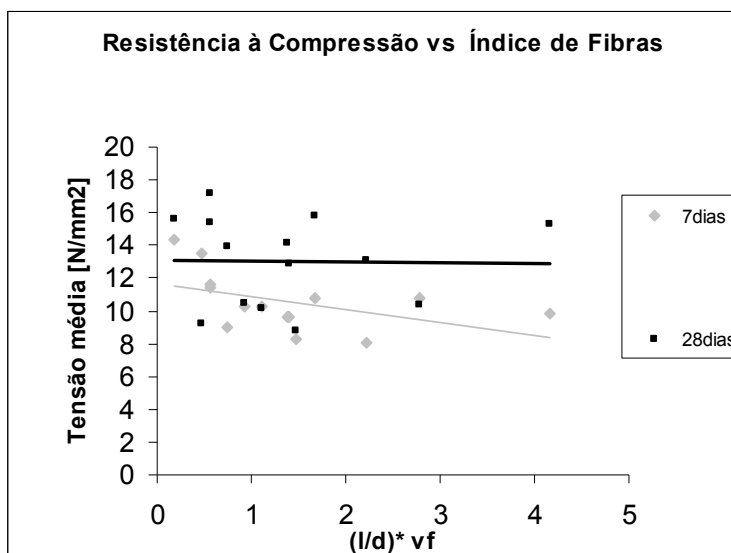


Figura 3 – Resistência à compressão das argamassas com fibras acrílicas versus índice de fibras.

Tendo em conta os resultados, apresentados na Figura 3, obtidos nos ensaios de resistência à compressão, é possível verificar para a idade de 7 dias, que o aumento do índice de fibras corresponde a uma maior influência na diminuição dos resultados de resistência à compressão. Enquanto para os 28 dias verifica-se que o índice de fibras não afecta significativamente os resultados.

3.5. Absorção de água por capilaridade

Os resultados apresentados para argamassas referentes aos ensaios de absorção de água por capilaridade na idade de 7 e 28 dias foram obtidos segundo a norma EN 1015 – 18 e o coeficiente foi calculado entre os 10 minutos e os 90 minutos.

Em geral, os valores obtidos são relativamente baixos se comparados com argamassas comumente utilizadas em revestimentos, uma vez que neste estudo trata-se de argamassas ricas em cimento e com relação água/cimento relativamente baixa.

Note-se que aos 7 dias os valores de absorção de água por capilaridade, apresentados na Tabela 6, são mais altos do que na mistura sem fibras, o que é natural uma vez que as fibras incorporam ar e que a matriz encontra-se em fase de estrutura pouco cristalizada e portanto pouco compacta. Quando se analisa os valores de absorção de água por capilaridade aos 28 dias verificamos que, no geral, a inserção de fibras faz diminuir este valor. Isto dever-se-á à formação de poros contendo ar, e que funcionam como barreiras que impedem a ascensão da água pela matriz, anulando em parte a pressão capilar no interior dos poros.

Tabela 6 – Resultados dos ensaios de absorção de água por capilaridade.

Tipo de mistura	Tipo de Fibras	Fibra			7 dias			28 dias		
		l[mm]	d[μ m]	%	Média [Kg/(m ² *min ^{0,5})]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)	Média [Kg/(m ² *min ^{0,5})]	Desvio Padrão	Coef. Variaç. (%)
Seco	S/Fib.	-----	-----	----	0,53	3,79E-02	7,2	0,51	1,05E-02	2,1
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,2	0,66	2,79E-02	4,2	0,37	9,90E-02	26,8
Húmido	Acríl.	4	14,4	0,5	0,68	4,04E-02	6,0	0,39	9,42E-02	23,9
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,2	0,58	2,17E-02	3,8	0,51	1,37E-02	2,7
Húmido	Acríl.	12	14,4	0,5	0,59	1,60E-02	2,7	0,47	2,07E-02	4,4
Húmido	Vidro	12	-----	0,5	0,45	2,79E-02	6,2	0,41	3,06E-02	7,5
Húmido	Polip.	12	-----	0,5	0,46	2,76E-02	6,0	0,39	1,63E-02	4,2
Húmido	Acríl.	4	43	0,2	0,41	4,59E-02	11,3	0,39	1,67E-02	4,3
Húmido	Acríl.	4	43	0,5	0,37	1,22E-02	3,3	0,41	2,88E-02	7,1
Húmido	Acríl.	12	43	0,2	0,36	1,72E-02	4,8	0,41	8,94E-02	2,2
Húmido	Acríl.	12	43	0,5	0,44	1,33E-02	3,0	0,38	3,45E-02	9,0
Seco	Acríl.	4	27	0,5	0,54	3,27E-02	6,1	0,42	2,06E-02	4,9
Seco	Acríl.	12	27	0,5	0,63	2,66E-02	4,2	0,49	3,86E-02	7,8
Seco	Acríl.	6	27	0,5	0,61	5,02E-02	8,2	0,53	3,58E-02	6,8
Seco	Polip.	12	-----	0,2	0,58	2,12E-02	3,7	0,52	2,22E-02	4,3
Seco	Acríl.	4	14,4	0,2	0,66	3,12E-02	4,7	0,55	3,93E-02	7,1
Seco	Acríl.	4	43	1	0,54	3,10E-02	5,7	0,46	3,06E-02	6,7
Seco	Acríl.	4	14,4	1	0,63	2,32E-02	3,7	0,51	2,19E-02	4,3
Seco	Acríl.	4	27	1	0,45	2,43E-02	5,4	0,34	1,82E-02	5,4

3.6 Ensaio de retracção em túnel de vento

O ensaio de Retracção no Túnel de Vento foi idealizado para avaliação do comportamento das fibras no caso de retracção de primeira idade. Após a moldagem das lajetas, estas foram introduzidas dentro do túnel no interior da câmara, sob condições descritas anteriormente. No final do ensaio, foi efectuada uma inspecção visual do provete e também alguns registos fotográficos dessa inspecção, com a finalidade de comparar e avaliar a influência das fibras no caso de retracção de primeira idade.

Observando a superfície das lajetas após o ensaio no túnel de vento, apresentada na Figura 4, verifica-se que a inserção de fibras nas argamassas permite uma redução e redistribuição de fissuras ou mesmo até ausência delas se passarmos a volumes de fibras maiores.

Foi possível observar que para dosagens iguais ou superiores a 1,17 kg/m³ o que é equivalente a 0,1% de volume de fibra não existe fissuração. Para dosagens iguais a 0,59 kg/m³ (volume de fibras=0,05%) ocorreu fissuração, embora mais distribuída e não tão localizada como acontecia no caso da argamassa sem fibras. Sendo que as fissuras apresentaram aberturas muito menores.

Fibra	Acrílicas	Acrílicas	Acrílicas
Comprimento	4	6	12
Diâmetro	14,4	14,4	14,4
Dosagem (kg/m ³)			
0			
5,85			
2,34			
1,17			
0,59			

Figura 4 – Mapas de fissuração obtidos após realização dos ensaios de retracção no túnel de vento.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido para avaliação do comportamento em matriz cimentícia, de um tipo de fibra até agora pouco utilizada como componente de argamassas. Após a campanha de ensaios verificou-se que, o melhor contributo deste tipo de fibra é o de controlar a retracção na fase plástica. No entanto, era objectivo do fabricante da fibra perceber o comportamento mecânico da mesma, em matriz cimentícia, tentando obter campos de aplicação das fibras no sector da Construção Civil. Para este fim verificou-se que, a fibra em estudo precisa ser melhorada. Assim, as principais conclusões que advêm deste trabalho e que se limitam aos materiais aqui estudados são:

- Constatou-se que as fibras estudadas não acarretam grandes melhorias na resistência à flexão. Para tal, é necessário aumentar o módulo de elasticidade da fibra, bem como melhorar a textura superficial das mesmas, de forma a permitir uma boa aderência na interface fibra/matriz;
- A massa volúmica da argamassa endurecida não é significativamente alterada pela adição de fibras nos volumes e dimensões experimentados;
- As fibras fornecidas pelo fabricante apresentavam diferentes teores de humidade, influenciando sobremaneira o processo de mistura e a trabalhabilidade da argamassa;

- d) A resistência à compressão das argamassas à base de cimento tende a ser significativamente influenciada por valores de l/d maiores para percentagens de fibras de 0,5%. A influência diminui para volumes de fibra de 0,2 e 0,5%, com l/d menores sobretudo na diferença entre os resultados de 7 e 28 dias. Constatase que para volume de fibras de 1%, o l/d praticamente não influencia os resultados. Volumes de fibra maiores implicam valores de resistência à compressão menores.
- e) Foram obtidos valores mais altos de resistência à flexão para as argamassas com fibras acrílicas, quando comparadas com as argamassas com fibras de vidro e polipropileno de comprimento e volume de fibras igual (0,5%) aos 28 dias.
- f) As fibras acrílicas que melhor contribuíram para resistência à flexão da argamassa foram as fibras de comprimento de 12 mm, com maior capacidade de ancoragem na matriz, sendo o diâmetro de 43 e de 27 μm daqueles que ofereceram resultados máximos para o volume de 0,2% e 0,5%, respectivamente. No caso de 1% de fibras o melhor resultado é proveniente do uso de fibras com diâmetro de 43 μm sendo que o comprimento foi mantido constante e igual a 4mm.
- g) Da observação directa das lajetas resultantes dos ensaios de retracção no túnel de vento é possível concluir que as fibras acrílicas apresentam bom desempenho. Portanto, conclui-se que uma das possíveis aplicações destas fibras é no controle de fissuração nas primeiras idades, em painéis e revestimento de fachadas e de muros.

5. REFERÊNCIAS

- [1] FIGUEIREDO A. D. *Concreto com fibras de aço*, Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, BT/PCC/260, ISSN 0103-9830, São Paulo, 2000, 69 p.
- [2] HANNANT, D. J.; HUGHES, D. C. *Durability of cement sheets reinforced with layers of continuous network of fibrillated polypropylene film*. In *Developments in Fibre Reinforced Cement and Concrete*. Edited by R. N. Swamy, R. L. Wagstaffe and D. R. Oakley, Proceedings RILEM Symposium, Sheffield, 1986.
- [3] FIGUEIREDO, C. R.; *Contribuição ao estudo da capacidade de protecção de argamassas com sílica activa para reparos estruturais*. Dissertação de Mestrado, Publicação E.DM 009A/98, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1998, 157p.
- [4] European Committee for Standardization. *Methods of test mortar for masonry- Part 2: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars*. EN 1015-2:1999.
- [5] European Committee for Standardization. *Methods of test mortar for masonry- Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)* EN 1015-3:1999.
- [6] European Committee for Standardization. *Methods of test mortar for masonry- Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar*. EN 1015-10:1999.
- [7] European Committee for Standardization. *Methods of test mortar for masonry- Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar* EN 1015-18:2002.
- [8] European Committee for Standardization. *Methods of test mortar for masonry- Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar* EN 1015-11:1999.