

COMPÓSITO CIMENTÍCIO TÊXTIL

Aline Boalento Figueiroa¹, Rui Barbosa de Souza²
^{1,2} Engenharia Civil, Centro Universitário FEI
 alineboal@hotmail.com e rui.souza@fei.edu.br

Resumo: O compósito cimentício têxtil pode ter diversas aplicações na construção civil ainda que seu estudo esteja em fase de crescimento no Brasil. O conseqüente desmaterialização, devido ao ganho de tenacidade, junto ao grande potencial de inovação tecnológica, justificam este estudo. Este trabalho comparou o desempenho mecânico das seguintes matrizes cimentícias: com reforço têxtil (TEX); sem reforço (REF); e com reforço de fibras (FIB), obtendo como resultado a confirmação do ganho de tenacidade à matriz reforçada com tecido.

1. Introdução

O estudo do concreto, e de matrizes que tenham como principal componente o cimento, é de grande relevância, já que é o material de construção civil mais utilizado no mundo.

O cimento, no entanto, é um material frágil e peças com matrizes cimentícias são normalmente reforçadas com materiais que possuam boa tenacidade, garantindo a deformabilidade da peça, para não haver fissuração. O reforço convencional dessas matrizes é feito com aço e as fibras dispersas na matriz também vêm sendo comumente utilizadas, como é o caso do fibrocimento.

O reforço têxtil aparece neste contexto como uma alternativa aos reforços convencionais já utilizados, visto que permite peças com seções reduzidas, diminuindo o desperdício de material e as deixando mais leves quando aplicado como reforço principal [1]. Além disso, pode gerar um ganho de tenacidade, de resistência à tração e de capacidade de deformação em relação ao reforço fibroso [1], o que mostra seu grande potencial de inovação tecnológica no mercado atual.

Ainda que na Alemanha o concreto têxtil apresente diversas aplicações e esteja em constante desenvolvimento há mais de vinte anos [2], no Brasil seu estudo encontra-se em fase de crescimento. Este trabalho visa, portanto, contribuir com análises acerca do tema para aplicação na realidade brasileira.

O compósito cimentício têxtil trata-se de uma matriz cimentícia, que pode ser pasta, argamassa ou concreto, reforçada com materiais tecidos (em formato de malha têxtil) que podem ser naturais, sintéticos ou rígidos.

As fibras naturais existem em abundância na natureza, tem baixo nível de processamento necessário e podem ter baixo custo em relação às sintéticas, no entanto, apresentam baixa durabilidade [3].

O desempenho mecânico de matrizes cimentícias com reforço têxtil (TEX) de vidro, algodão e poliéster, sem reforço (REF) e com reforço de fibras (FIB) foi o objeto de estudo desde trabalho.

As propriedades têxteis conceituadas e analisadas, para caracterização das amostras, foram: fio, título do fio (Tex), classificação e tipos de tecidos, fibras têxteis, densidade (fios/cm) e densidade superficial (g/cm²).

As propriedades mecânicas de relevância para este trabalho são: aderência, resistência à tração e à flexão, tenacidade (energia específica) e módulo de elasticidade (valores dos materiais estudados na Tabela I).

Tabela I – Módulo de elasticidade (E)

Material	E (GPa)
Algodão	5,50 – 12,60
Concreto para construção civil	25,40 -36,60
Poliéster	2,06 - 4,41
Polipropileno (PP)	1,14 - 1,55
Vidro	70,00 – 86,00

2. Metodologia

2.1 Materiais e equipamentos

Os materiais utilizados foram:

- Tecidos (algodão, poliéster e vidro);
- Malha e fibra de polipropileno (PP);
- Cimento Portland;
- Celulose;
- Calcário;

Os equipamentos utilizados foram:

- Prensa universal de alta sensibilidade (Instron);
- Balança Analítica (precisão 0,01g);
- Misturadores;
- Serra a disco;
- Serra cortador elétrico;
- Câmara úmida, para cura das amostras produzidas;

2.2 Ensaio à tração

Matrizes cimentícias apresentam baixos valores na resistência à tração (tensão que o material suporta ao ser traçado) e este valor pode ser 1000 vezes maior que o real [4]. Por isso a necessidade do reforço dessas matrizes para melhorar o comportamento à fissuração.

Os materiais têxteis (algodão, poliéster e vidro) ensaiados à tração direta seguiram a norma [5].

2.3 Moldagem

Tabela II – Porcentagens em massa dos materiais

Material	Amostra		
	REF	FIB	TEX
Cimento CP II F	60,0%	60,0%	60,0%
Calcário	37,0%	35,2%	37,0%
Celulose	3,0%	3,0%	3,0%
Fibra PP	-	1,8%	-

As amostras foram moldadas seguindo critérios de porcentagens de massa utilizadas industrialmente, como apresentado na Tabela II.

2.4 Ensaio à flexão

Sendo o principal indicador de desempenho mecânico para este caso, as amostras REF, FIB e TEX (algodão, poliéster e vidro) foram ensaiadas à flexão com quatro pontos. Os gráficos foram construídos a partir do deslocamento vertical (flecha) e do cálculo das tensões (σ) em MPa (1). Segundo [6], a análise de desempenho pode ser feita determinando o módulo de ruptura (MOR) em MPa (2) e a energia específica de fratura (ξ) em MPa/mm (3) de cada amostra. O limite de proporcionalidade (LOP), limite do trecho elástico, foi observado diretamente no gráfico.

$$\sigma = (P.L)/(b.e^2) \quad (1)$$

onde:

P = carga de ensaio (N)

L = distância entre os cutelos – Instron (mm)

b = largura do corpo-de-prova (mm)

e = espessura do corpo-de-prova (mm)

$$MOR = (P_{m\acute{a}x}.L)/(b.e^2) \quad (2)$$

onde:

$P_{m\acute{a}x}$ = carga máxima de ensaio (N)

$$\xi = A_{\sigma-\delta}/(b.e) \quad (3)$$

onde:

$A_{\sigma-\delta}$ = área total sob a curva tensão versus flecha (MPa.mm).

3. Resultados

Os resultados da resistência à tração dos têxteis são apresentados na Tabela III e na Tabela IV. A Tabela V apresenta os resultados do desempenho mecânico assim como o gráfico das curvas-tipo ilustrado na Figura 1.

Tabela III - Comparação dos tecidos no sentido urdume.

Comparação entre os tecidos - Urdume				
Material	Tex (g/km)	Densidade (fios/cm)	ρ_A (g/cm ²)	$R_{1Tex/cm}$ (kN)
Poliéster	33,00	12	0,0040	257,63
Algodão	59,00	9	0,0053	107,76
Vidro	208,92	5	0,0104	17,27

Tabela IV - Comparação dos tecidos no sentido trama.

Comparação entre os tecidos - Trama				
Material	Tex (g/km)	Densidade (fios/cm)	ρ_A (g/cm ²)	$R_{1Tex/cm}$ (kN)
Poliéster	40,00	9	0,0036	140,00
Algodão	59,00	6	0,0035	84,46
Vidro	175,42	5	0,0088	17,06

Tabela V – Desempenho mecânico das amostras.

Compósito	MOR (Mpa)	LOP (Mpa)	$\xi \cdot 10^2$ (Mpa/mm)
REF	1,321	1,321	0,001
FIB	2,107	1,868	4,030
TEX_Vidro	10,895	4,169	0,057
TEX_Algodão	3,758	2,125	0,147
TEX_Poliéster	7,614	3,485	0,314

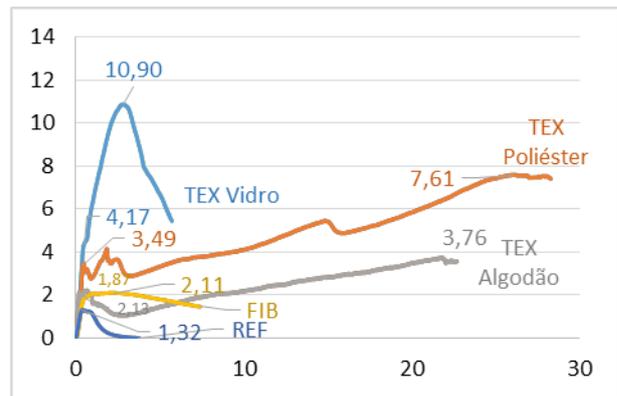


Figura 1 – Curvas-tipo da tensão (MPa) x flecha (mm)

4. Conclusões

- Há um ganho significativo de tenacidade à matriz cimentícia quando o reforço é têxtil;
- A rigidez (módulo de elasticidade) é um dos fatores de interferência direta no comportamento do têxtil dentro da matriz;
- A análise qualitativa mostra que há potencial de substituição dos métodos convencionais pelo reforço têxtil, desde que haja garantia da aderência na interface matriz/reforço;
- Este tipo de reforço já se apresenta como um assunto promissor de inovação tecnológica na construção civil;
- Ainda há muitos parâmetros desconhecidos a serem estudados.

5. Referências

- [1] RAMBO, Dimas A.S. Efeito da temperatura no comportamento mecânico de compósitos refratários reforçados com tecidos de basalto e carbono. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. 215 p
- [2] DENARDI, Aline. Concreto têxtil: uma revisão bibliográfica sobre desenvolvimentos, aplicações e perspectivas de estudos e empregos no Brasil. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. 108 p
- [3] ISAIA, Geraldo Cechella. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: IBRACON, 2007. 2 v.
- [4] ASTM. American Society for Testing Materials. D 5034: Breaking force and elongation of textile fabrics (grab test), West Conshohocken, 2006
- [5] NEVILLE, A. M; BROOKS, J.J. Tecnologia do concreto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 448 p
- [6] DE SOUZA, Rui Barbosa. Estudo da retração em fibrocimento reforçado com fibra polimérica. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. 236 p

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos.

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

¹ Aluna de IC do Centro Universitário FEI (CNPq). Projeto com vigência de 08/17 a 07/18.