



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ESTUDO DO COMPORTAMENTO À TRAÇÃO DIRETA DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM TECIDO DE FIBRA DE JUTA

Emanuele Eichholz

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa
emanueleeichholz@gmail.com

Nadine Fischer

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa
nf.nadine.nf@gmail.com

Camila Vargas Cardoso

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa
camilavargascardoso@gmail.com

Dr. Ederli Marangon

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa e líder do Grupo
de Pesquisa MAEC
ederlimarangon@unipampa.edu.br

Resumo. Neste trabalho foi investigada a influência do tecido de juta como reforço de placas cimentícias quando submetidas à esforços de tração direta. Para melhorar a durabilidade da fibra em meio alcalino, uma matriz com substituição de 50% de cimento Portland CPV-ARI por cinza volante foi empregada. Para avaliar se a matriz desenvolvida foi capaz de controlar a degradação da fibra, os ensaios foram realizados após de 6 meses de envelhecimento natural. Através do ensaio de tração direta, avaliou-se que a utilização de reforço de juta reduziu a tensão de pico, mas contornou o comportamento frágil das matrizes cimentícias na maioria das amostras. A substituição parcial do cimento Portland pela cinza volante não foi suficiente para garantir a integridade da fibra; entretanto, os compósitos que possuíam cinza volante em sua matriz apresentaram resistências mais elevadas.

Palavras-chave: Compósitos cimentícios. Tecido de Juta. Tração direta.

1. INTRODUÇÃO

As fibras naturais vêm sendo estudadas como um meio de reforçar matrizes cimentícias, já que apresentam inúmeras vantagens: são atóxicas, recicláveis e biodegradáveis. Ainda, a utilização de fibras vegetais implica em baixo consumo de energia e em um custo total relativamente baixo (DITTENBER; GANGARAO, 2012 [1]).

Entretanto, em meio alcalino a fibra vegetal é degradada devido à hidrólise alcalina (GRAM, 1983 [2]). Além disso, os produtos de hidratação do cimento, principalmente o hidróxido de cálcio (CH), migram para as paredes da fibra e causam sua mineralização, reduzindo a capacidade de deformação e a resistência das fibras (SILVA, 2009 [3]; MELO FILHO, 2012 [4]; FIDELIS, 2014 [5]).

Tendo isso em vista, trabalhos substituindo parcialmente o cimento por materiais pozolânicos têm sido realizados com a finalidade de se obter uma matriz livre de hidróxido de cálcio, uma vez que as reações pozolânicas consomem este produto

([3]; [4]; [5]). Nesta pesquisa, com o intuito de se obter uma matriz com baixo teor de CH, 50% do cimento foi substituído por cinza volante. Ademais, o emprego da cinza volante, por ser um rejeito de termoelétricas, faz com que sejam evitados os gastos de energia, o esgotamento de recursos naturais e as emissões de gases poluentes que acontecem no processo de produção do cimento. Também, salienta-se que o presente trabalho faz parte de um grupo de pesquisa, pelo qual materiais análogos são investigados, porém, fazendo uso de outras adições minerais, como a metacaulinita e a sílica da casca de arroz.

1.1 Objetivos

- a) Comparar a resposta mecânica em ensaios de tração direta dos compósitos com e sem adição de cinza volante;
- b) Avaliar a influência do reforço de tecido de juta no compósito através do ensaio de tração direta, com a análise das deformações e da evolução da abertura das fissuras nos compósitos;
- c) Verificar qual número de camadas de reforço proporciona melhor resposta mecânica ao compósitos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais utilizados

Materiais aglomerantes. Por fornecer respostas mais rápidas quanto à atividade pozolânica, foi utilizado o Cimento Portland CP V-ARI. A cinza volante empregada é proveniente da combustão do carvão mineral utilizado na termoelétrica Presidente Médici de Candiota/RS.

Agregado miúdo. O agregado miúdo utilizado é proveniente do leito do rio Ibicuí no município de Manoel Viana/RS. Neste trabalho foi utilizado somente o material passante na peneira de abertura de malha de 1,18mm.

Superplastificante. Foi utilizado o superplastificante dispersante Glenium 51.

Fibra de juta. Foi empregada fibra de juta em formato de tela com abertura de malha de aproximadamente 5 mm. Essa configuração de fibra foi escolhida tendo em vista facilitar a passagem da matriz através dos espaçamentos e assim proporcionar uma boa aderência entre a fibra e a matriz. Além disso, esse tipo de material é facilmente encontrado no estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Produção dos corpos de prova

Para comparar o efeito da substituição de cimento Portland por cinza volante foram produzidas duas matrizes cimentícias, cujas composições constam na Tabela 1. A quantidade de superplastificante difere entre as misturas para que ambas apresentassem a mesma trabalhabilidade. Para a moldagem dos corpos de prova (CP's), fôrmas de 350 mm x 400 mm x 12 mm (largura x comprimento x espessura) foram empregadas. Após o desmolde, cada uma das placas produzidas foi dividida em 4 placas menores de dimensões finais para ensaio de 70 mm x 400 mm x 12 mm. Assim, para cada mistura (M1 e M2) e configuração de reforço (sem fibra, com 3 e 5 camadas de tecido) obteve-se 4 CP's. Todas as amostras foram desmoldadas após 24 horas e então mantidas em câmara úmida até a data dos ensaios.

Tabela 1. Composição em kg/m³ das misturas utilizadas para a produção dos CP's

Descrição do Material	Quantidade (kg/m ³)	
	M1	M2
Cimento Portland CP V - ARI	864,50	432,25
Cinza Volante	-	432,25
Areia	864,50	864,50
Água	345,80	345,80
Superplastificante	3,00	2,60

2.3 Ensaio de tração direta

Os ensaios de tração direta (Fig. 1 – onde “F” é a força axial de tração) foram realizados na máquina de ensaios mecânicos

Shimadzu AGS-X 5 kN à uma velocidade de ensaio de 0,5 mm/min. Os deslocamentos foram medidos através do deslocamento do travessão da máquina; a partir dos diagramas de tensão x deslocamento gerados foram retirados todos os dados necessários para a análise dos resultados.

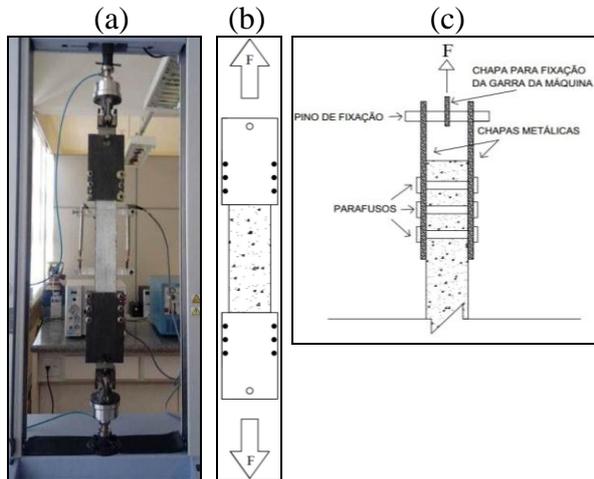


Figura 1 – Ensaio de tração direta: (a) ensaio sendo executado, (b) representação esquemática frontal e (c) lateral do aparato de ensaio utilizado

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta os valores de tensão máxima e média de cada CP e o desvio padrão. Os asteriscos correspondem ao tipo de ruptura de cada amostra, conforme a legenda abaixo da referida tabela. Cabe salientar que o valor do desvio padrão é alto. Entretanto, essa discrepância é encontrada em diversos trabalhos científicos, devido à dificuldade de realização do ensaio. Nas Fig. 2 e 3, estão representadas as curvas típicas dos compósitos produzidos a partir da matriz M1 e M2, respectivamente.

A partir da Tabela 2 e da comparação entre as Fig. 2 e 3, é possível perceber que, de modo geral, a adição de cinza volante (matriz M2) proporcionou o aumento da tensão máxima em relação às amostras feitas a partir da matriz M1. Comparando a média das amostras sem fibra, esse aumento é de 16,07%. Nas amostras reforçadas, esse incremento é mais significativo: corresponde

à 116,66% para os CP's reforçados com 3 camadas de tecido de juta e 125% para os com 5 camadas.

Observando os resultados referentes à matriz M1, conclui-se que os compósitos reforçados apresentaram uma tensão de pico 211,11% menor em relação àqueles sem fibra. Quanto aos produzidos a partir da matriz M2, a tensão máxima decaiu 66,66% para os CP's reforçados com 3 camadas e 60,49% para os com 5 camadas.

Em todos os corpos de prova a ruptura aconteceu pela abertura e alargamento de uma única fissura. Entretanto, nos compósitos sem a adição mineral, apenas 2 CP's apresentaram comportamento *strain-softening*, enquanto que nos compósitos com adição de cinza volante, este número aumentou para 6.

Tabela 2. Tensão máxima por CP e tensão máxima média; os valores entre parênteses se referem ao desvio padrão

Configuração		CP	$\sigma_{\text{máx}}$ (MPa)	$\sigma_{\text{máxmed}}$ (MPa)
Matriz	Reforço			
M1	Sem fibra	CP01*	0,76	1,12 (0,30)
		CP02*	1,01	
		CP03*	1,45	
		CP04*	1,26	
	3 camadas	CP01**	0,36	-
		CP02***	-	
		CP03***	-	
		CP04***	-	
	5 camadas	CP01*	0,43	0,36 (0,20)
		CP02*	0,20	
		CP03*	0,21	
		CP04**	0,61	
M2	Sem fibra	CP01*	1,06	1,30 (0,31)
		CP02*	1,72	
		CP03*	1,06	
		CP04*	1,36	
	3 camadas	CP01**	0,83	0,78 (0,09)
		CP02*	0,78	
		CP03**	0,85	
		CP04**	0,65	
	5 camadas	CP01**	0,75	0,81 (0,29)
		CP02**	0,50	
		CP03*	0,78	
		CP04**	1,21	

*Amostras que apresentaram ruptura frágil;

**Apresentaram comportamento *strain-softening*;

***Romperam durante o processo de fabricação e preparação das amostras.

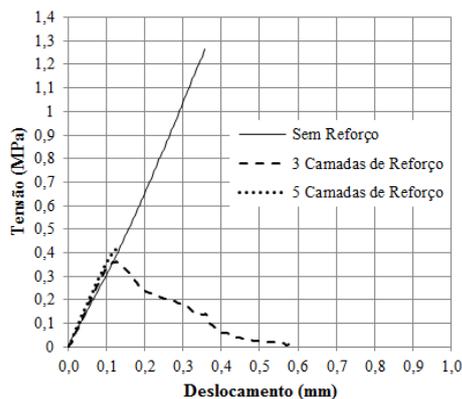


Figura 2. Curvas típicas dos compósitos produzidos a partir da matriz M1

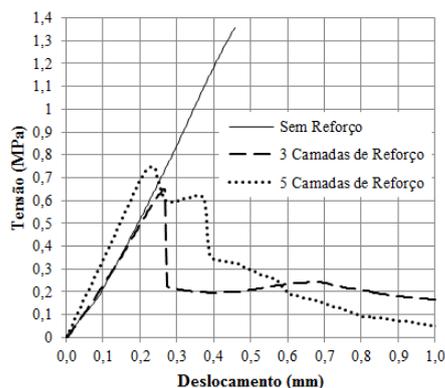


Figura 3. Curvas típicas dos compósitos produzidos a partir da matriz M2

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de cinza volante aumentou a resistência à tração direta aos 6 meses de idade dos compósitos e o reforço de tecido de juta, ao ser combinado com a matriz contendo a adição mineral, contornou o comportamento frágil da matriz cimentícia. Os resultados obtidos ao usar 5 camadas de reforço de fibra de juta foram superiores àqueles usando apenas 3 camadas. Já a queda da tensão máxima que ocorre ao adicionar o reforço à matriz pode ser atribuída à significativa perturbação que a presença das fibras causam no empacotamento da mistura.

Possivelmente, apenas a utilização da adição de cinza volante não foi suficiente para proporcionar a durabilidade da fibra dentro da matriz cimentícia. Assim, na data de ensaio as fibras já deviam se encontrar com sua integridade severamente diminuída. Dessa maneira, seria de grande interesse

pesquisar um tratamento superficial para a fibra de juta, de modo que esta não se degrade ao longo do tempo e possa proporcionar o aumento da resistência máxima do compósito e conferir a ele comportamento *strain-hardening* com múltipla fissuração.

Agradecimentos

Agradeço à Rosário Postes Ltda pela doação do cimento Portland e a termoeletrica Presidente Médici pela doação da cinza volante.

5. REFERÊNCIAS

- [1] D.B. Dittenber and H.V.S. Gangarao “Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure”, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, v.43, n.8, pp.1419-1429, 2012.
- [2] H.E. Gram, *Durability of Natural Fibres in Concrete*. Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm, 255 p. 1983.
- [3] F.A. Silva, *Durabilidade e propriedades mecânicas de compósitos cimentícios reforçados por fibras de sisal*. 2009. 243 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- [4] J.A.M. Melo Filho, *Durabilidade química e térmica e comportamento mecânico de compósitos de alto desempenho reforçados com fibras de sisal*. 2012. 184 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- [5] M.E.A. Fidelis, *Desenvolvimento e caracterização mecânica de compósitos cimentícios têxteis reforçados com fibras de juta*. 2014. 290 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.