

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC – UNICAMP

Autores: Rodrigo Alonso Teixeira (Bolsista) (1), (2)
 Prof. Dr. Nilson Tadeu Mascia (Orientador) (1),(2),(3)
 Palavras Chave: Sisal – Madeira – Fibra
 Campinas /SP

Agência Financiadora: CNPq
 Trabalho de Iniciação Científica
 Instituições: (1)Unicamp – Universidade Estadual de Campinas
 (2)FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e urbanismo
 (3)DES – Departamento de Estruturas

Introdução

A estrutura de muitos patrimônios históricos e culturais vem se deteriorando em função da perda de sua capacidade portante e os reforços utilizados geralmente são metálicos, o que representa um aumento considerável no peso das estruturas além de possuir um elevado custo. Tendo em vista que os recursos de nosso planeta, além de serem escassos, quando retirados de seu ambiente podem causar significativo impacto na natureza e alterar seu equilíbrio, é nossa obrigação de manter nosso planeta em equilíbrio e a madeira aparece como um ótimo recurso renovável a ser utilizado. Apesar de serem uma boa solução, as madeiras provenientes do reflorestamento não apresentam uma boa qualidade, mas fibras podem ser utilizadas para reforçá-las.

Algumas fibras já têm sido pesquisadas e utilizadas para diversos fins tais como as fibras de carbono e a de vidro porém hoje em dia, as fibras vegetais estão aparecendo como um recurso alternativo devido ao seu baixo custo, leveza e biodegradabilidade. A fibra de sisal segue como a fibra escolhida nesse estudo para ser utilizada no reforço de estruturas.

Metodologia

O presente estudo foi baseado em uma pesquisa literária e em alguns ensaios que ajudaram a definir e caracterizar as propriedades da fibra de Sisal e sua utilização.

Fibras

Para entender a razão de estudarmos a fibra de Sisal, a seguir encontra-se uma tabela comparativa que mostra algumas características de diversas fibras.

Comparação das propriedades físicas e mecânicas de fibras naturais e sintéticas				
Fibra	Densidade	Deformação específica na estrutura	Resistência à tração	Módulo de Elasticidade
	(g/cm ³)	(%)	(MPa)	(GPa)
Sisal	1,5	2,0-2,5	511-635	9,4-22,0
Algodão	1,5-1,6	7,0-8,0	287-597	5,5-12,6
Juta	1,3	1,5-1,8	393-773	26,5
Linho	1,5	2,7-3,2	345-1035	27,6
Vidro	2,5	2,5	2000-3500	70,0
Aramida	1,4	3,3-3,7	3000-3150	63,0-67,0
Carbono	1,4	1,4-1,8	4000	230,0-240,0

Sisal

O processo de separação da fibra a partir do arbusto, consiste no desfibrilamento, na lavagem, na secagem e no batimento sendo que as fibras utilizadas comercialmente são as da periferia da folha



Figura 01: Planta de Sisal

O tecido de sisal é produzido pela APAEB (Associação dos Pequenos agricultores do Município de Valente – BA).

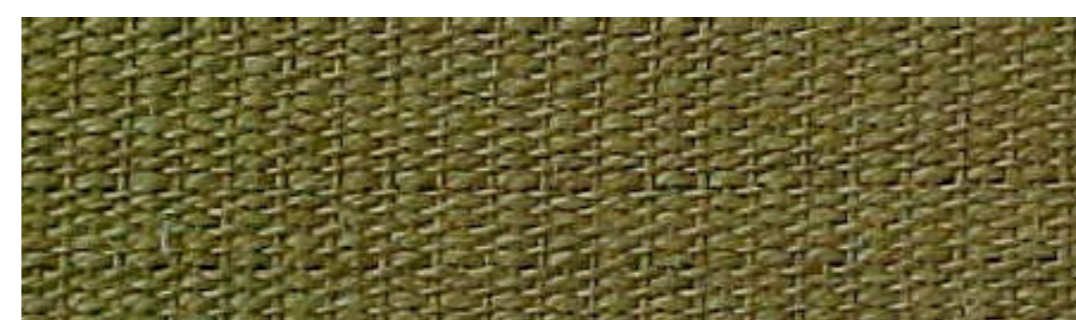


Figura 02: Tecido de Sisal

Ensaio de tração do tecido de Sisal

Foram realizados testes de tração do tecido de Sisal no Centro de Tecnologia da Unicamp. Uma máquina MTS SINTECH 5/G com carga máxima de 3000 kg foi ajustada para puxar a uma velocidade de 2,3 mm/mim os tecidos de sisal que possuíam 10 cm de comprimento inicial.



Figura 03: Tecido de Sisal preso na garra

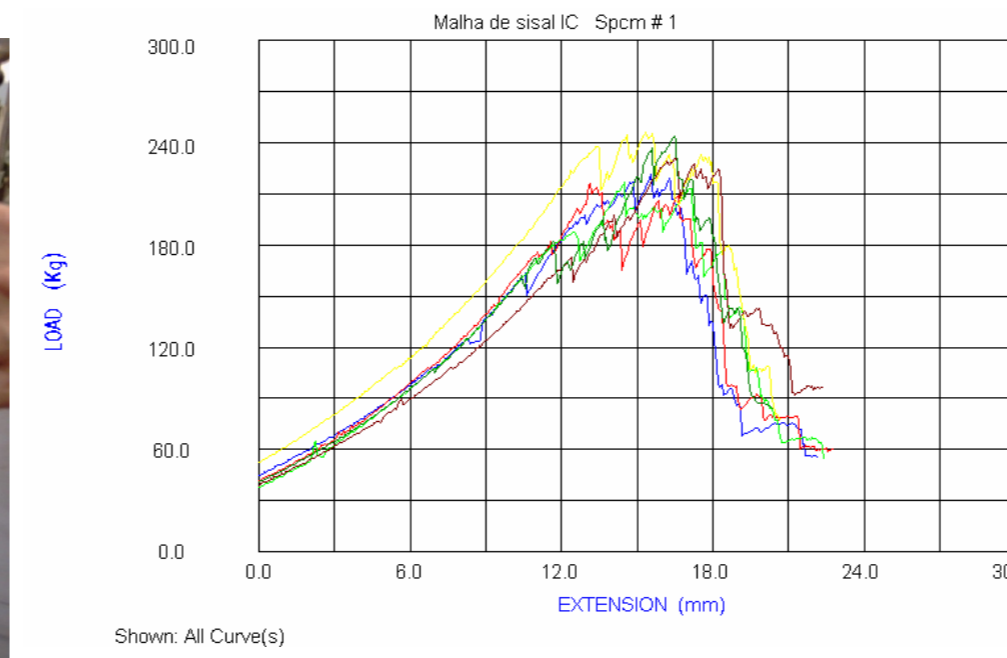


Figura 04: gráfico de deformação x carga

A partir do módulo de Young ou módulo de elasticidade, que é um parâmetro mecânico que proporciona uma medida da rigidez de um material sólido, obtém-se da razão entre a tensão (ou pressão) exercida e a deformação unitária sofrida pelo material. Isto é,

$$E = \frac{Tensao}{Deformacao} = \frac{F/A}{x/l} = \frac{Fl}{Ax}$$

A tabela a seguir mostra todos os dados iniciais e os resultados obtidos para cada corpo de prova.

	Resultados					
	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4	CP-5	CP-6
Largura (cm)	4,70	4,80	4,80	4,70	5,00	4,50
Comprimento (cm)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Espessura (cm)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Força máxima (kgf)	221,58	216,42	216,77	245,89	230,99	243,64
Aumento do comprimento na força máxima (mm)	15,56	13,14	14,51	15,32	16,52	16,48
Força por largura (N/mm)	47,14	45,09	45,16	52,32	46,20	54,14
Área da seção transversal (cm ²)	0,94	0,96	0,96	0,94	1	0,9
Tensão máxima (kgf/cm ²)	235,7	225,4	225,8	261,6	231	270,7
Módulo de elasticidade(kgf/cm ²)	1515	1716	1556	1707	1398	1643
E (kN/cm ²)	15,15	17,16	15,56	17,07	13,98	16,43

Ensaio de cisalhamento na tração

O ensaio foi feito no Laboratório de Materiais e Estruturas da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP com a máquina EMIC com capacidade máxima de tração de 300 kN. A velocidade do ensaio foi ajustada para 3mm/min. E foram realizados ensaios em seis corpos de prova, como determinado pela NBR 7190. O ensaio foi feito para analisar o funcionamento do adesivo (epóxi) verificando, assim, sua aderência no compósito. Os corpos de prova foram construídos de maneira que houvesse uma madeira entre duas camadas de fibra de sisal e essa madeira fosse dividida em duas partes a fim de se obter um espaçamento no meio delas. As fibras foram coladas com o epóxi na madeira e a garra puxava o corpo de prova pela madeira.



Figura 05: Corpo de prova

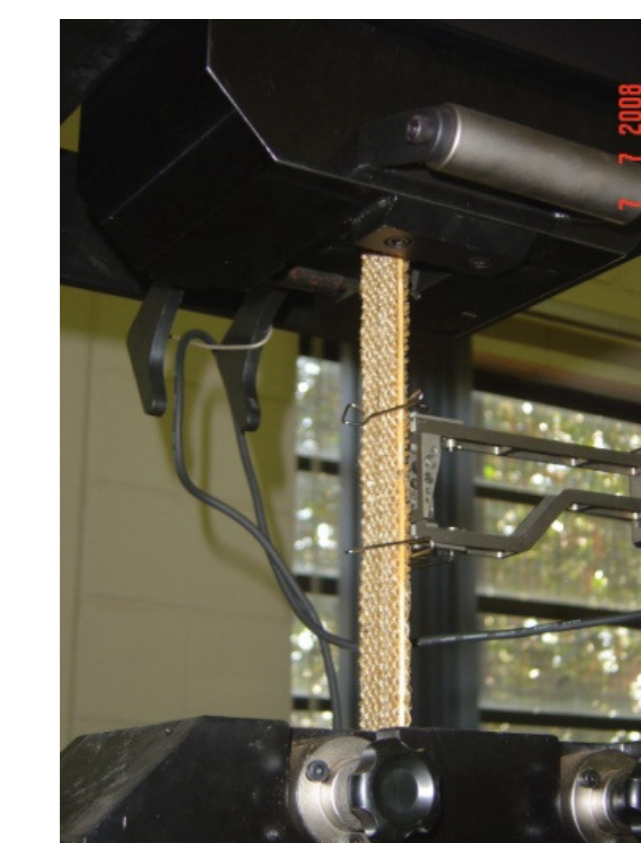


Figura 06: Corpo de prova durante o ensaio

As dimensões e a ruptura se encontram na tabela;

Corpo de prova	Dimensões					Ruptura
	A(cm)	Fibra 1 Bxb (mm)	Fibra 2 Cxc (mm)	Madeira Dxd (mm)	Espaçamento (mm)	
1	24,00	24,6 x 2,2	24,6 x 2,2	24,6 x 2,4	2	Fibra
2	24,28	25,1 x 2,1	24,3 x 2,1	24,0 x 2,4	4,1	Madeira
3	23,74	23,4 x 2,4	25,7 x 2,3	25,4 x 2,4	2,1	Fibra
4	24,00	26,0 x 2,0	26,6 x 2,4	24,2 x 2,3	4,5	Fibra
5	23,82	23,0 x 2,0	25,4 x 2,1	23,5 x 2,3	2,5	Fibra
6	24,04	25,5 x 2,1	25,9 x 2,1	24,7 x 2,4	4,7	Fibra

Ensaio de resistência de vigas de madeira

O ensaio de vigas de madeira com sisal foi realizado no Laboratório de Estruturas da UNICAMP. As vigas de madeira foram construídas por quatro lâminas de madeira de reflorestamento formando, assim uma viga 10cm x 5cm x2m. A madeira utilizada foi a do tipo pinos.

Os primeiros ensaios foram feitos com vigas de madeira coladas com epóxi, submetidos a uma força aplicada no meio da viga para análise do seu comportamento. Em seguida foram feitos ensaios com tecidos de sisal colados somente na parte inferior e por fim foram feitos, com fibras colocadas entre a primeira e a segunda placa de madeira (de baixo para cima).

Os ensaios realizados não foram bem sucedidos, pois, provavelmente devido a algum problema com a cola (epóxi) usada para unir as placas, ocorreu um descolamento das partes que compuseram a viga, não caracterizando, assim a influência do sisal no material.



Figura 07: Corpo de prova

Resultados e Conclusões

Os resultados mostram que a fibra de Sisal além do baixo, custo apresenta uma significativa resistência a tração, que é possível a sua utilização como reforço e que a sua impregnação com o adesivo epóxi funciona do jeito esperado, porém ainda há a necessidade de melhorar a interface entre as lâminas de madeira.

Bibliografia Principal

- CARVALHO, R. F., JUNIOR, C. C. (2002). *Resistência a tração de tecido de fibra de sisal Para uso em reforço de estruturas.*
- NURNBERG, RODRIGO (2003). *Estudo de vigas compostas por lâminas reforçadas por fibras.* Relatório de Iniciação Científica.