

COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS COM REFORÇO DE FIBRA AMAZÔNICA PARA A PRODUÇÃO DE LAMINADO DE USO ESTRUTURAL

Maria Gorett dos Santos Marques¹ & Carlito Calil Junior²

Resumo

*O presente estudo tem a finalidade de desenvolver um compósito de alto desempenho mecânico e durável, para a produção de um laminado cimentício reforçado com fibra externa da planta arumã. O intuito é agregar valor a uma planta típica da região Amazônica, denominada arumã pertencente à espécie do gênero *Ischnosiphon arouma* (Aubl) Korn e originária da família Maranthaceae como material de reforço estrutural. A caracterização da fibra vegetal de arumã ocorreu com ensaios químicos, físicos e mecânicos na investigação e avaliação de suas propriedades. Em etapa complementar as características físicas e mecânicas foram trabalhadas junto à matriz cimentícia com tratamentos químicos em soluções de hidróxido de sódio e processos de água quente. O ensaio de envelhecimento acelerado, fundamentado no trabalho avalia a durabilidade da fibra em meio alcalino da matriz cimentícia sob considerações obtidas sob aspectos: morfológicos, químicos, físicos e mecânicos e do tratamento químico, avaliados na interface – fibra/matriz.*

Palavras-chave: Fibra vegetal. Laminado cimentício. Arumã.

CEMENTITIOUS COMPOSITES REINFORCED FIBER AMAZON FOR THE PRODUCTION OF LAMINATED STRUCTURAL USE

*The present study has the purpose of develop a composite with high mechanical performance and durable for the production of a laminated fiber reinforced cementitious external arumã plant. The aim is to add value to a typical plant of the Amazon region, known arumã belonging to species of the genus *Ischnosiphon arouma* (Aubl) Korn and original family Maranthaceae as structural reinforcement material. Characterization of plant fiber arumã testing occurred with chemical, physical and mechanical in research and evaluation of its properties. In complementary stage the physical and mechanical characteristics were worked with the cementitious matrix with chemical treatment in solutions of sodium hydroxide and processes of hot water. The accelerated weathering test, based on the work evaluates the durability of fiber in alkaline cementitious matrix under consideration obtained through aspects: morphological, chemical, physical and mechanical and chemical treatment, evaluated the interface - fiber / matrix.*

Keywords: Plant fiber. Laminate cement. Arumã

Linha de Pesquisa: Estruturas de Madeira.

1 MATERIAIS E MEIO AMBIENTE

A variedade de novos materiais disponibilizados nas diferentes indústrias tem possibilitado uma ampla aplicação, minizando o desequilíbrio ambiental. O principal fator da perda desse equilíbrio tem sido o desenvolvimento tecnológico *experimentado não planejado*, gerado por transformações nos

¹ Doutorando em Engenharia de Estruturas - EESC-USP, goretmarques@usp.br

² Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP, calil@sc.usp.br



elementos constituidores desse sistema, que conduzem a modificações nem sempre favoráveis. Entretanto, novas tecnologias apontam para soluções que mitiguem esses impactos ambientais, com o uso racional de materiais alternativos naturais, resíduos industriais ou de resíduos agro-industriais. Soluções têm sido descobertas, criadas em Novas Tecnologias, as quais vêm consagrando estudos que possibilitam caracterizar macro e micro estruturalmente novos materiais e convencionais, viabilizando assim, sua potencialização e diversificação com uso para diferentes fins.

2 METODOLOGIA

A fase metodológica é composta por várias etapas, que começa da coleta da fibra e sua caracterização até seu tratamento superficial finalizado com a fase experimental da produção do laminado compósito reforçado pela fibra vegetal de *arumã*. O desenvolvimento do projeto basear-se-á em Normas Brasileiras, ASTM's e processos experimentais.

3 DESENVOLVIMENTO

A tabela 1 apresenta diferentes matrizes utilizadas no estudo.

Tabela 1 – Matrizes cimentícias

Estudo de Caso	Tipo de Matriz	Componentes da Matriz Cimentícia	Fibra de <i>Arumã</i>	
			Tipo de Reforço	Tratamento
I	MMR	Cimento CPV - ARI + Calcário + Metacaulinita + Polpa de Eucalipto Branqueada + Água.	Bid. Simples	Sem
	MMCT1	Cimento CPV - ARI + Calcário + Metacaulinita + Polpa de Eucalipto Branqueada + Água.	Bid. Simples	Com
	MMCT2	Cimento CPV - ARI + Calcário + Metacaulinita + Polpa de Eucalipto Branqueada + Água.	Bid. Dup. Altern	Com

3.1 Produção do laminado cimentício

Inicia-se com a desintegração da polpa de eucalipto branqueada, seguida do preparo da pasta cimentícia. Alternadamente deposita-se 3 camadas de pasta cimentícia e reforço de fibra em trama bidirecional tratada em fôrma suspensa, em seguida faz-se a prensagem manual da placa. Após período curto de cura, ocorre a produção de CPs' nas dimensões (40,90 x 19,62 x 150) mm.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Ensaio de tração – fibra de *Arumã*

Para os cálculos do MOE referente a cada curva foi estabelecida um linha de tendência linear, cujo coeficiente angular dessa linha é o módulo de elasticidade longitudinal da amostra ensaiada.

Os valores médios para o MOR e MOE são $435,74 \pm 112,11$ e $30,99 \pm 9,91$, com os valores de variância em torno de 26% e 32% respectivamente. Variância expressiva, Figura 1.

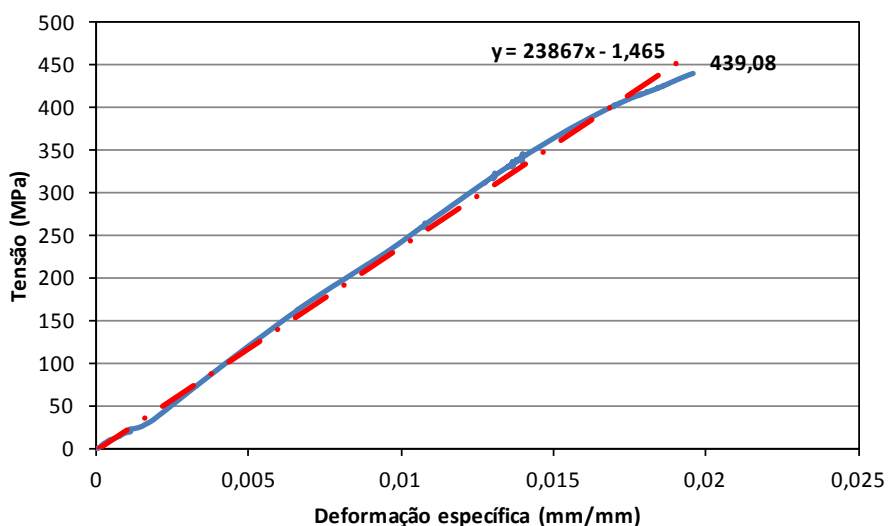


Figura 1 – Curva tensão X deformação.

4.2 Ensaios de Flexão em quatro pontos – laminado cimentício

A partir da curva estipulada e ajustada linearmente, obteve-se o coeficiente angular e determinou-se o módulo elástico, Figura 2.

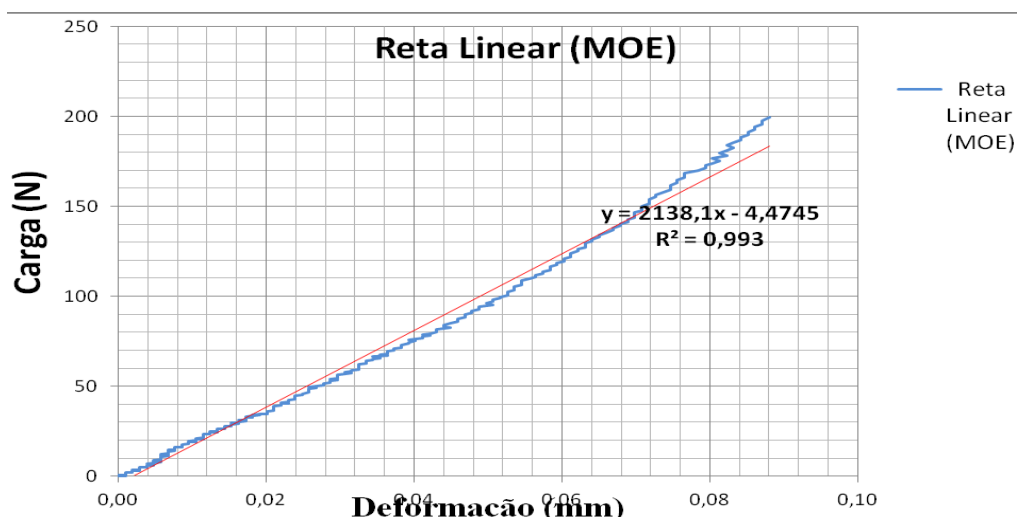


Figura 2 – Força X Deformação.

Com os parâmetros e padrões adotados no ensaio de flexão obteve-se MOE e EE, com a carga máxima atingida na região elástica, determinou-se o Limite de Proporcionalidade, estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo nas regiões elásticas dos CPs'- MOE, LOP, MOR e EE

Série	MOR (Mpa)	LOP (Mpa)	MOE (Mpa)	EE (KJ/m ²)
CP1	3,78	3,78	2.102,00	0,741
CP2	4,23	4,23	3.571,00	2,87
CP3	7,19	7,19	4.866,00	1,455
CP4	7,12	7,12	4.243,00	1,333
CP5	4,21	4,21	4.245,00	1,671
CP6	6,20	6,2	4.465,00	0,969
CP7	4,63	4,63	3.583,00	1,198
CP8	5,11	5,11	4.919,00	2,117
Média	5,31	5,31	3.999,25	1,544
Desvio padrão	1,35	1,35	917,31	0,681
Var	0,25	0,25	0,23	0,441

5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Com relação ao compósito reforçado com fibra de *arumã*, os ensaios de tração na flexão apresentaram curvas tensão x deformação com comportamento muito diferente daquele observado por Marques (2009). Tendo em vista, que a tensão de ruptura foi igual à tensão máxima obtida no regime elástico do material, significando que a fibra não contribuiu para melhoria da resistência do compósito cimentício.

Observou-se que há a necessidade tratamentos na fibra e na matriz para melhorar a interface do conjunto, produzindo um laminado cimentício com alto desempenho mecânico e durável.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecimento aos Professores: Dr. Carlito Calil Jr - Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP; Dr. Holmer Savastano Jr.-FZEA/USP Campus de Pirassununga; Dr. Sérgio Francisco dos Santos - FZEA/USP Campus de Pirassununga; Dr. Raimundo Pereira de Vasconcelos – Universidade Federal do Amazonas – UFAM; Dr. João de Almeida Melo Filho - Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – NBR 13999 – ABNT, 3p.2003. Determinação da Holocelulose, Adaptado de Browing, 1963.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – NBR 14853 – ABNT, 3p.2010. Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – NBR 7989 – ABNT, 6p.2010. Determinação da Lignina Insolúvel em Ácido.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABCP M3/89 ABTCP (1974) / NBR 14853. Determinação dos extrativos totais / Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona.

IAWA COMMITTEE. “**IAWA list of microscopic features for hardwood identification**”. In: WHEELER, E.A.; BAAS, P.; GASSON, P.E. (Ed.). IAWA Bull. Leiden, v.10, n.3, p.219-332, 1989.

MARQUES, M. G. SANTOS. “**Caracterização das propriedades da fibra vegetal de *arumã* para aplicação como reforço à matriz cimentícia**”. Dissertação de mestrado em engenharia civil - PPGEC/UFAM, Manaus/AM, 2009.