VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DA FIBRA DE VIDRO POR FIBRAS NATURAIS (SISAL, JUTA E COCO) NA AGROINDÚSTRIA NACIONAL

IVAN DE DOMENICO VALARELLI¹; CRISTIANO ALVES DA SILVA²

¹ Engenheiro Mecânico, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, UNESP, Bauru, SP, (14) 3103.6119, E-mail: valareli@feb.unesp.br. ² Mestre em Desenho Industrial pela Faculdade de Artes, Arquitetura e Comunicação, UNESP, Bauru, SP.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: Neste trabalho foi analisado o desempenho das fibras de sisal, juta e coco, como reforço na produção de compósitos com matriz a base de poliéster, como alternativa de substituição da fibra de vidro, largamente utilizada. Os corpos de prova foram produzidos através do processo TRV (Vacuum Resin Transferring), com e sem reforço de fibras minerais. Os reforços variaram de 0 a 30%. Também foi testada a resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto, módulo de elasticidade na tração e alongamento na tração, dos corpos de prova, com o objetivo de avaliar a substituição, no setor industrial, dos compostos reforçados de fibras de vidro pelos compostos reforçados com fibras vegetais, provenientes de fontes renováveis.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, fibras naturais, eco-design.

VIABILITY ANALYSIS OF REPLACING THE FIBERGLASS BY NATURAL FIBERS (SISAL FIBER, JUTE AND COCONUT) ON MANUFACTURING COMPONENTS FOR THE NATIONAL AGRIBUSINESS

ABSTRACT: In this work was analyzed the performance of composites reinforced with sisal fiber, jute and coconuts fibers as changing alternative of composites sampling of fiberglass, actually used in industrial market. All of samples were produced by TRV process (Vacuum Resin Transferring), with and without mineral filler incorporation in the polyester matrix and its changed from 0% to 30% and of these variables was possible investigated its effects in the composites. After that, by tensile strength, young's modulus, strain of rupture, flexural strength and impact strength, have been analyzed the chance to replace the fiberglass like reinforced composites by vegetable fibers, from renewable sources.

KEY-WORDS: Sustainability, natural fibers, eco-design.

INTRODUÇÃO - A necessidade de desenvolvimento sustentável, conceito que surgiu pela primeira vez, com o nome de eco-desenvolvimento, no início da década de 70 (ROMEIRO, 1999), deixa então de ser um debate em círculos fechados - para poucos privilegiados - e ganha a dimensão de um problema global. Trazendo à tona a necessidade de mudanças no estilo de vida da população, com o objetivo de garantir a qualidade de vida do planeta e de seus habitantes (CAVALCANTI, 2003). Faz-se então necessária uma nova política de sistema de gerenciamento produtivo que permita a produção de componentes ecologicamente corretos, visando promover o desenvolvimento sustentável e minimizar o impacto ambiental dos produtos. Contudo, vale lembrar que, apenas o *redesign* dos produtos e/ou os estudos sobre a utilização de recursos de fontes renováveis por si só não impedem a degradação ambiental. Portanto, é necessária uma mudança profunda nas crenças e hábitos da sociedade moderna.

A utilização de materiais naturais, provenientes de fontes renováveis, possui diversas vantagens quando comparados com materiais de fontes não renováveis entre elas: fontes inesgotáveis, biodegradáveis (crucial no descarte de produtos), recicláveis, fonte de renda para a sociedade rural e finalmente o seu baixo custo. Dentre os materiais naturais encontram-se as fibras vegetais que fazem

parte da paisagem de diversos países e que Brasil podem ser encontradas diversos tipos como sisal, juta e coco, que já possuem aplicações comerciais.

Esses novos materiais contribuem com novas possibilidades estéticas na criação de objetos e seus respectivos processos produtivos e, novas éticas quando na manipulação e consumo de recursos naturais.

MATERIAL E MÉTODOS - Foram analisados os efeitos das fibras de sisal, juta e coco, utilizadas como reforço, a presença de carga mineral de Carbonato de Cálcio (CaCO_3), com módulo de finura de 325 mesh, e o percentual desta carga no compósito de acordo com o quadro 1. As propriedades analisadas foram: resistências à tração, flexão, impacto e módulo de elasticidade na tração. Os resultados obtidos foram comparados com o reforço de fibra de vidro, largamente utilizado no mercado industrial, inclusive na indústria agrícola.

Quadro 1 – Composição das amostras.

Amostras (reforço)	% carga (CaCO_3)	% fibra (em massa)
Vidro 00 (V0)	00	18,3
Vidro 10 (V10)	10	18,0
Vidro 20 (V20)	20	17,0
Vidro 30 (V30)	30	16,7
Sisal 00 (S0)	00	14,1
Sisal 10 (S10)	10	13,7
Sisal 20 (S20)	20	13,4
Sisal 30 (S30)	30	12,9
Juta 00 (J0)	00	23,0
Juta 10 (J10)	10	19,2
Juta 20 (J20)	20	18,3
Juta 30 (J30)	30	18,0
Coco 00 (C0)	00	13,6
Coco 10 (C10)	10	13,1
Coco 20 (C20)	20	11,7
Coco 30 (C30)	30	11,0

Ensaio - Os corpos de provas foram confeccionados de acordo com as normas que estão apresentadas no quadro 2. Os ensaios foram realizados em uma Máquina Universal de Ensaio, com capacidade até 20.000 kgf.

Quadro 2 – Ensaio e normas técnicas

Ensaio	Norma	Unidade	Amostras Testadas
Resistência à Tração	ASTM D-638	MPa	Conf. Quadro 1
Alongamento	ASTM D-638	%	Conf. Quadro 1
Módulo de Elasticidade	ASTM D-638	MPa	Conf. Quadro 1
Resistência à Flexão	ASTM D-790	MPa	Conf. Quadro 1
Resistência ao Impacto	ASTM D-256	kJ/m ²	Conf. Quadro 1

Os resultados dos ensaios de resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto, módulo de elasticidade e alongamento, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). Seguida da análise das médias, por meio do teste de Dunnett a 5% de probabilidade, ou seja, apenas resultados com $P < 0,05$, foram considerados estatisticamente significativos. Nesse caso diz-se que o método é protegido (VIEIRA, 1999).

RESULTADOS – Os corpos de prova foram submetidos a testes de tração, flexão, alongamento, impacto e determinado o módulo de elasticidade. Os resultados são mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores dos testes de Resistência à tração, à Flexão, ao Impacto, Módulo de elasticidade e Alongamento, para as diversas fibras e diversos teores de carga

Resistência à Tração (MPa)				
Teor de carga mineral (CaCO₃)	Vidro	Sisal	Juta	Coco
0%	23,27	16,05	23,88	11,13
10%	39,36	15,42	30,70	11,81
20%	38,01	13,86	20,12	9,14
30%	28,93	16,11	27,26	12,53

Resistência à Flexão (N)				
Teor de carga mineral (CaCO₃)	Vidro	Sisal	Juta	Coco
0%	146,7	57,7	78,1	39,8
10%	109,6	72,4	111,3	52,4
20%	114,3	51,3	97,3	47,1
30%	137,9	56,2	112,7	46,3

Resistência ao Impacto (J/m)				
Teor de carga mineral (CaCO₃)	Vidro	Sisal	Juta	Coco
0%	23,27	16,05	23,88	11,13
10%	39,36	15,42	30,7	11,81
20%	38,01	13,86	20,05	9,14
30%	29,19	16,11	27,26	12,53

Alongamento (%)				
Teor de carga mineral (CaCO₃)	Vidro	Sisal	Juta	Coco
0%	0,7783	1,6820	1,9100	0,3757
10%	1,0314	0,8750	1,3983	0,3500
20%	0,82	0,45	0,57	0,16
30%	0,56	0,53	1,27	0,32

CONCLUSÕES – Teor de reforço nas amostras - Peças com as mesmas características, confeccionadas com fibras não tecidas (coco e sisal), apresentaram menor teor de reforço em massa quando comparadas às confeccionadas com fibras tecidas (juta e vidro). A diminuição do teor de reforço nas amostras também se acentua à medida que aumenta o teor de carga mineral nas mesmas. O teor de 30% de carga mineral (CaCO₃), adicionado aos compósitos, mostrou-se como limitador para a produção de componentes no processo TRV. Acima desse limite não há boa fluidez da matriz por entre o reforço, comprometendo assim as características mecânicas e a qualidade do compósito.

Resistência à tração - Os resultados obtidos mostraram equivalência entre os compósitos reforçados com fibras de vidro e juta, sendo assim, essa fibra vegetal mostrou-se adequada para a substituição da fibra de vidro, sem acarretar prejuízo na resistência à tração. O alinhamento ou orientação das fibras apresentou-se como fator fundamental para o bom desempenho do compósito, apresentando superioridade significativa da fibra de juta, comparada às fibras de sisal e coco.

Módulo de elasticidade - De acordo com os resultados, o compósito reforçado com fibras de juta equivale ao compósito reforçado com fibras de vidro. A adição de carga mineral e o alinhamento das fibras acarretaram o aumento do módulo de elasticidade.

Alongamento - O alinhamento das fibras não apresentaram relação direta com o alongamento do compósito, pois esta característica está diretamente relacionada com o reforço utilizado. No entanto, a adição de carga mineral infere diretamente na rigidez dos compósitos e favorece a diminuição do alongamento à medida que seu teor aumenta.

Resistência à flexão - As conclusões obtidas para a resistência à tração são válidas para a resistência à flexão. Observou-se que o compósito reforçado com fibras de juta é superior aos compósitos reforçados com fibras de sisal e coco, e que este se apresenta adequado como substituto para a fibra de vidro na confecção de compósitos. Dessa maneira, o alinhamento das fibras também se apresenta como fator importante na resistência à flexão.

Resistência ao impacto - As amostras reforçadas com fibras vegetais são equivalentes entre si, porém significativamente inferiores à amostra reforçada com fibras de vidro. Desse modo, a resistência ao impacto mostrou ser o principal fator limitante à substituição da fibra de vidro por fibras vegetais, principalmente, quando na confecção de componentes com aplicações externas. Pois, nenhuma das fibras vegetais pesquisadas, apresentou condições de substituir a fibra de vidro na confecção de compósitos, sem comprometer o produto final. Assim, faz-se necessário maior compreensão da interface reforço/matriz.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D256 – “*Standard Test Methods for Determination the Pendulum Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics*”, 1998.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D638 – “*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*”, 1998.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D790 – “*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*”, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA EM MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO CONVENCIONAIS. **Grupos de pesquisa**. [S.l.], 200-. Disponível em: < <http://www.abmtenc.civ.puc-rio.br/abmtenc/corpo.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2005.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2 ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2000.

BBC BRASIL. **Entenda os principais pontos do protocolo de Kyoto**. 2005. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2005/02/050216_kyotoqandacg.shtml>. Acesso em: 05 mar. 2005.

CAVALCANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

COMPANHIA TÊXTIL DE CASTANHAL. **A juta**. Belém, 2004. Disponível em: < <http://www.castanhal.com.br/index1024.jsp>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

COMPOSITE ABOUT, *Composite materials*. 2005. Disponível em: <<http://composite.about.com/>>. Acesso em: 23 fev. 2005.

ROMEIRO, A.R. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares**. 1999. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto68.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2005.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1999.