

MATERIAL COMPÓSITO COM RESINA POLIÉSTER E RESÍDUO DE MADEIRA DA AMAZÔNIA¹

Jean da Silva Rodrigues²
Roberto Tetsuo Fujiyama³

Resumo

Este trabalho apresenta resultados de caracterizações físicas de resíduos de madeira típicos da região norte do Brasil com a proposta de aplicação no reforço de plástico para a produção de material alternativo para aplicação em construção habitacional. Os materiais compósitos são matérias alternativas em substituição de outros convencionalmente usados nos diversos segmentos. A importância do estudo do uso destes resíduos é devido a possibilidade de agregar valor diminuindo o acúmulo destes resíduos na natureza. Como etapa preliminar foi feita a caracterização de resíduo disponível para uso na fabricação de material compósito tendo como requisito a que se encontra em abundância da indústria madeireira. Esta caracterização foi feita através de determinação de umidade e distribuição granulométrica do mesmo. Esses fatores estão em destaque devido forte influência no desempenho do material em termos de propriedades mecânicas. A medição da granulometria do material foi feita através de método de peneiramento. A medição de umidade foi feita através de método de perda de peso. Foram produzidos materiais compósitos com 11% de resíduo de madeira, em peso na forma de pó em matriz polimérica do tipo poliéster. A matriz polimérica foi produzida para diferentes percentuais de agente de cura variando de 0,33% a 5%. Corpos de prova para ensaio de impacto foram fabricados e ensaiados. Ao final do artigo são apresentados os resultados do ensaio para percentual de resíduo de madeira. Os melhores resultados do ensaio de impacto foram obtidos para a proporção de 5% de agente de cura e 11% de resíduo de madeira.

Palavras-chave: Material compósito; Madeira da Amazônia; Polímero.

COMPOSITE MATERIAL WITH POLYESTER RESIN AND WOOD RESIDUE OF THE AMAZON

Abstract

This work presents results of physical characterizations of typical wood residues of the north area of Brazil with the application proposal in the reinforcement of plastic for the production of alternative material for application in habitation construction. The materials composites are conventionally alternative matters in substitution of other used in the several segments. The importance of the study of the use of these residues is due to possibility of joining value reducing him/it accumulates of these residues in the nature. As preliminary stage was made the characterization of available residue for use in the production of material composite tends as requirement the one that is abundantly of the wood industry. This characterization was made through humidity determination and granulometric distribution of the same. Those factors are in strong prominence influences in the acting of the material in terms of mechanical properties. The measurement of the granulometria of the material was made through filter method. The humidity measurement was made through method of weight loss. Materials composites were produced with 11% of wood residue, in weight in the powder form in polymeric head office of the type polyester. The polymeric head office was produced for different percentages of cure agent varying from 0,33% to 5%. Proof bodies for impact rehearsal were manufactured and rehearsed. At the end of the article the results of the rehearsal are presented for percentage of wood residue. The best results of the impact rehearsal were obtained for the proportion of 5% of cure agent and 11% of wood residue.

Key words: Composite material; Amazon wood; Polymer.

¹ Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil

² Mestrando em Engenharia Mecânica, PPGEM-ITEC-UFPA.

³ Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais PPGEM-ITEC-UFPA.

1 INTRODUÇÃO

Construção sustentável é um conceito ligado à preocupação crescente em todo o mundo, em vista de uma provável escassez de recursos energéticos e não renováveis, e nesse contexto tornam-se importantes materiais ecológicos de baixo custo e baixo consumo energético.

Com o advento de novas tecnologias, um ponto importante a ser observado são os grandes investimentos feitos por empresas e instituições de pesquisa para estudo e aplicação de fibras e resíduos vegetais na produção de compósitos poliméricos que apresentam uma série de vantagens se comparados com os materiais convencionalmente utilizados, podendo ser mais fortes, rígidos e leves. Lembrando que a produção do material compósito é feita com a adição de componentes (reforços), papel esse desenvolvido pelas fibras vegetais ou resíduos de madeira, inseridos em uma matriz geralmente polimérica,⁽¹⁾ tendo como um de seus representantes a resina poliéster, que será utilizada no decorrer deste experimento. Tendo como reforço, resíduos da madeira maçaranduba, madeira esta natural da região Norte, comumente utilizada na indústria moveleira. Tendo seus resíduos com mau ou nenhum aproveitamento, tornando-se um “incomodo ambiental”, pelo fato de ser estocado a céu aberto ou sendo queimado como combustível de biomassa.

Alguns autores,⁽²⁾ uma das alternativas para os resíduos da indústria madeireira é sua utilização na produção de compósitos plástico-madeira. O compósito plástico-madeira está se tornando material mais importante dentro do processo de reciclagem.⁽³⁾ Visando a incorporação do resíduo de madeira, há a necessidade de caracterizá-lo fisicamente, tendo como pontos de análise o teor e perda de umidade retido do mesmo, através de secagem em estufa, além de análise do tamanho do grão, através de peneiramento, para posterior incorporação na matriz, para produção dos corpos de prova de impacto.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As matérias primas utilizadas para a produção do compósito plástico - madeira, foram o resíduo na forma de pó da madeira maçaranduba e a resina poliéster são apresentadas na Figura 1. A matriz utilizada foi o polímero termofixo poliéster Denverpoly 754, tendo como agente de cura o Butanox M-50 (Figura 2), molde de silicone para a produção dos corpos de prova de impacto (Figura 3), sendo estes ilustrados respectivamente nas Figuras 1 e 2.



Figura 1: Resíduo em forma de pó da madeira maçaranduba



Figura 2: Mistura (resina + agente de cura)



Figura 3: Molde de silicone utilizado na fabricação do corpo de prova.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização dos resíduos de madeira

• Secagem

Após a coleta do resíduo da madeira, houve a necessidade de uma caracterização física dos mesmos, para posterior incorporação no compósito propriamente dito. A primeira característica física avaliada foi o grau de perda de umidade no resíduo. Obtido através de secagem de pequenas amostras em estufa elétrica, para esterilização e secagem (Figura 4), após previa tomada de peso em balança digital (Figura 5), e retirada da estufa para tomada de peso em determinados intervalos de tempo, onde foram realizadas 12 medidas em intervalos que variaram, em relação à hora de início do processo, de 10 minutos, 20 minutos, 30 min., 40 min, 60 min., 90 min. 150 min, 210 min., 270 min., 330 min. e 1440 min, totalizando 24 h de secagem, segundo a norma ASTM D 3030:1995.⁽⁴⁾ De posse dos dados coletados, foi plotado um gráfico com a curva de queda de umidade em função do tempo.



Figura 4: Estufa utilizada no processo de secagem dos resíduos.



Figura 5: Balança digital utilizada na tomada de peso.

• Caracterização granulométrica

O ensaio granulométrico tem como principal objetivo indicar um diâmetro médio representativo de toda a quantidade de amostra posta para ser trabalhada na peneiradora.

Para a realização deste ensaio, primeiramente foram retiradas uma amostra do material (pó da madeira), que foi armazenada em recipiente de alumínio para ser levada para secar em um forno de mufla, Figura 6, a uma temperatura de 105°C, com o intuito de se eliminar toda e qualquer umidade das amostras, segundo a norma ASTM D1921:2001.⁽⁵⁾

Para este ensaio utilizou-se a maquina peneiradora (Figura 7) equipada com peneiras da série ASTM de Mesh's 20, 40, 60, 100. O ensaio teve um período de duração de 20 minutos com uma amplitude de 1,5 Hz. E de posse do valor das massas retidas em cada peneira, podemos determinar o diâmetro médio representativo de toda a amostra, cujos resultados estão demonstrados em tabelas e gráficos gerados ao final.



Figura 6: Forno de mufa usado na secagem que antecedeu o processo de peneiramento.



Figura 7: Banco de peneiramento utilizado para peneirar resíduos pós secagem.

2.2.2 Processo de fabricação

Após caracterização dos resíduos de madeira, partiu-se para a produção dos corpos de prova de impacto do compósito, resina poliéster + resíduo de madeira. Como foi dito anteriormente, houve variação da composição de agente de cura na mistura, para avaliar possíveis mudanças nas propriedades mecânicas do produto final, variação esta que seguiu os percentuais de 0,33%, 1,66%, 3,33% e 5%, como sendo a maior variação dentre todas. Já para a aplicação do reforço, resíduo de madeira, teve uma única proporção, sendo esta de 11%. Seguindo a ordem de mistura: resina, resíduo e agente de cura, vazados em moldes de silicone.

Para os corpos de prova foi utilizada a norma ASTM D5942: 1996,⁽⁶⁾ com as dimensões do corpo de prova sem entalhe, demonstradas na Figura 8.

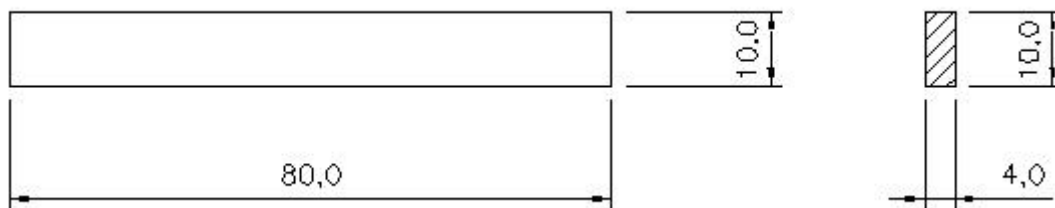


Figura 8: Dimensões do corpo de prova para o ensaio de impacto segundo norma ASTM D5942.

2.2.3 Procedimento de ensaio

Após a desmoldagem, os corpos de prova passaram por um processo de lixamento, para apresentarem o máximo de linearidade em área e superfície, para não ocorrer erros nas leituras dos resultados do ensaio. Para melhor estudo dos resultados obtidos foram confeccionados cinco corpos de prova de cada composição, para ao final retirar-se uma média dos resultados obtidos.

Para a execução deste ensaio foi utilizada máquina de ensaio de impacto Charpy WP 410 (Figura 9), com energia máxima de impacto de 250 J.

Esses ensaios foram realizados conforme os procedimentos da norma ASTM D5942. Após esta etapa, preparou-se a Máquina de ensaio, elevando o pêndulo com o martelo, de sua posição inicial prendendo-o. E em seguida posicionando-se o corpo de prova de forma adequada para realizar o ensaio (Figura 10).



Figura. 9: Máquina de impacto utilizada no ensaio.

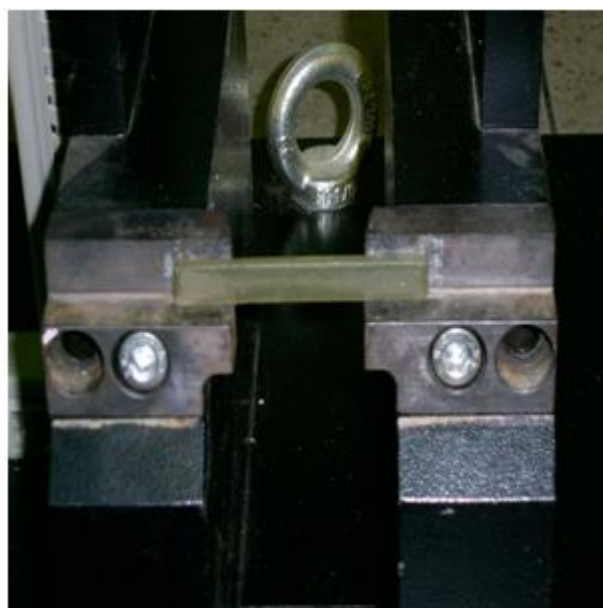


Figura 10: Fixação do corpo de prova já preparado para ensaio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir observam-se os gráficos de curva de queda de umidade em função do tempo resultantes do processo de secagem dos resíduos de madeira:

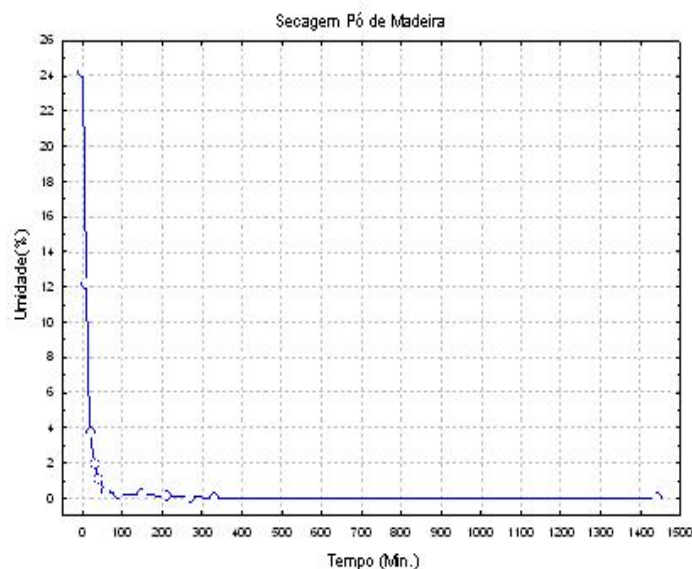


Figura 11: Curva de queda de umidade percentual em função do tempo.

Fica evidenciado no gráfico acima que o resíduo teve rápida perda de umidade, possivelmente pelo fato de ter uma área muito pequena para retenção da tal. E por este fato podendo ser incorporado ao compósito também in natura.

Os resultados da Tabela 1 pertencem ao processo de peneiramento realizado com os resíduos de madeira maçaranduba. Na seção de resultados, apresentá-los, incluindo tabelas, quadros e figuras, inseridas no texto o mais próximo possível do texto a que se referem. Os dados não devem aparecer no texto, mas precisam ser indicados em que Tabela (sem traços verticais que as delimitem à esquerda e direita), Quadro ou Figura se encontram.

Tabela 1: Dados coletados do ensaio de peneiramento do pó da madeira maçaranduba

Peneiras	Abertura (mm)	Massa Retida (g)	Massa Retida (%)	Massa Acumulada (%)	Massa Passante (%)	?M	dp	?M.dp
20#	0,85	13,8592	22,63	22,63	77,37			
40#	0,425	22,182	36,22	58,85	41,15	36,22	0,64	56,81
60#	0,25	10,7472	17,55	76,40	23,60	17,55	0,34	51,99
100#	0,15	7,4074	12,09	88,49	11,51	12,09	0,20	60,47
bandeja cega	0	7,0494	11,51	100,00	0,00	11,51	0,08	153,47
Total		61,2452	100,00			77,37	0,24	322,75
							dpm	

Como demonstrado na Tabela 1, cada bandeja reteve um percentual de massa, na qual foi identificado um diâmetro dominante ou representativo, no entanto foi retirado um diâmetro médio representativo total de toda a amostra peneirada, que foi o de 0,24 mm. Logo abaixo se encontra resultados gráficos do processo de peneiramento.

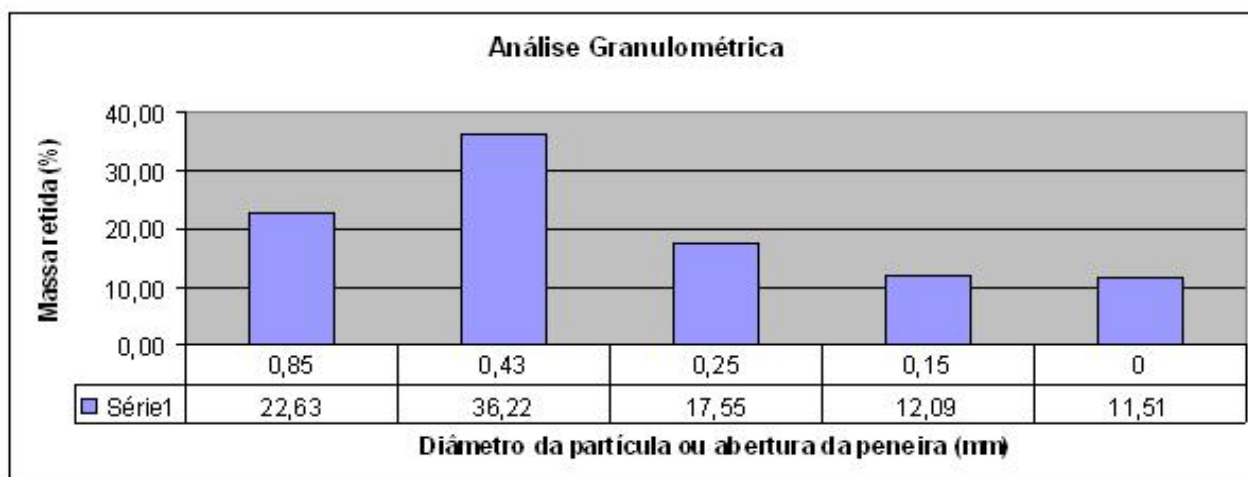


Figura 12: Distribuição de massa ao longo das peneiras onde os valores da coluna de cima dizem respeito à abertura das peneiras e os de baixo a massa retida em cada uma em quantidades percentuais.

Os dados da Tabela 2 apresentam valores referentes a composição de agente de cura, nos corpos de prova, bem como suas médias de largura, espessura, área, energia absorvida e desvio padrão coletados durante ensaio de impacto.

Tabela 2: Dados sobre composição de agente de cura, dimensões médias dos corpos de prova, energias absorvidas e desvios padrões para cada composição.

Agente de cura	Área média (mm ²)	Energia média (KJ/m ²)	Desvio padrão
0,33	44,6399	3,8208	0,8941
1,66	50,3555	2,9871	0,1562
3,33	49,8272	3,8114	0,5520
5,00	49,0679	4,0830	0,1879

O gráfico da Figura 13 refere-se a energia absorvida pelos corpos de prova do compósito resina poliéster e resíduo de madeira maçaranduba, resultados estes obtidos durante o ensaio de impacto

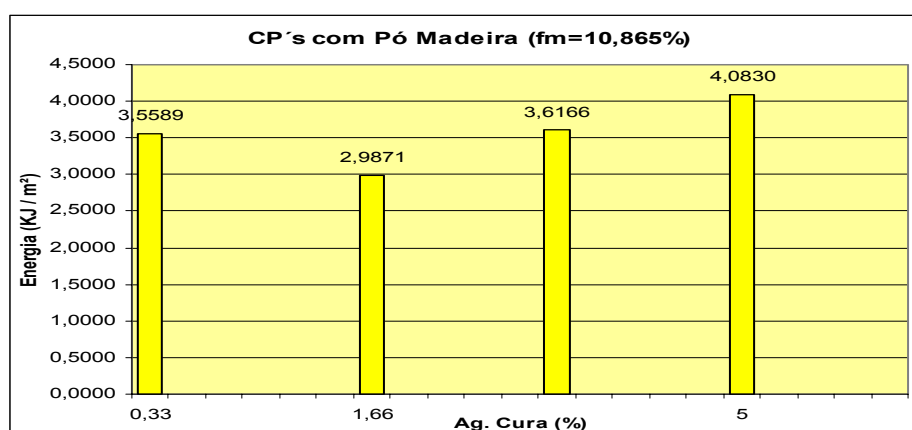


Figura 13: Energia absorvida em função da variação de agente de cura.

De acordo com o gráfico acima, se pode afirmar que os corpos de prova fabricados com variação de 5% de agente de cura e 11% de reforço, com resíduo de madeira, obtiveram melhor desempenho durante o ensaio, ou seja, absorveram maior carga de energia até o início do processo de fratura.

4 CONCLUSÃO

A variação de agente de cura de 5% mostrou-se melhor nos parâmetros de resistência ao impacto, devido ao maior grau de molhamento entre as partes matriz – reforço do compósito, se comparado aos demais percentuais. Explicada pela maior aderência entre os elementos da variação de 5% de agente de cura no compósito.

Partindo-se dos resultados obtidos do desvio padrão médio, a variação de agente de cura de 5% apresentou 4,6%, valor este dentro do limite, ou seja, um resultado confiável, comparando-se com as variações de 0,33%, que apresentou 25,12%, extrapolando o limite, o de 1,66% que apresentou 5,23%, que apesar de baixo se comparado com o de 0,33% de agente de cura, ultrapassa o limite aceitável. E o de 3,33% que apresentou 15,26% de desvio padrão médio, também extrapolando o limite aceitável.

REFERÊNCIAS

- 1 RODRIGUES, JEAN DA SILVA & SEABRA, PAULO REIS MOURA. “Avaliação do comportamento em flexão de materiais compósitos: Um caso particular de matriz epóxi reforçadas por fibras naturais”. Trabalho de conclusão de curso. UFPA, Março-2000.
- 2 SANDRA P. S. TITA, JANE M. F. DE PAIVA, ELISABETE FROLLINI. “A Resistência ao Impacto e Outras Propriedades de Compósitos Lignocelulósicos: Matrizes Termofixas Fenólicas Reforçadas com Fibras de Bagaço de Cana-de-açúcar”. Instituto de Química de São Carlos, USP.
- 3 YAMAGY, F.M.; BONDUELLE, “A utilização da serragem na produção de compósitos plástico madeira”. Revista Floresta, Curitiba, n.34, P59-66, abr.2004.
- 4 ASTM D 3030:1995, Test Method for Volatile Matter (Including Water) of Vinyl Chloride Resins, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- 5 ASTM D1921:2001, Standard Test Methods for Particle Size (Sieve Analysis) of Plastic Materials, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- 6 ASTM D5942 – 96, “Standard Test Method for Determining Charpy Impact Strength of Plastic”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.