

### III-269 - REVALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE UMA MARCENARIA POR MEIO DA FABRICAÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOFIXOS

**Valéria Boettcher<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental- UNISC. Bolsista PIBIC/CNPq

**Adriane Lawisch Rodriguez<sup>(2)</sup>**

Professora do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul, UNISC; Doutora em Engenharia pela Universidade Tecnológica de Berlim, Alemanha.

**Mebur Bardini<sup>(3)</sup>**

Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), bolsista PIBIC/CNPq

**Adilson Becker Junior<sup>(4)</sup>**

Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), bolsista FAPERGS.

**Adriani Teixeira<sup>(5)</sup>**

Arquiteta, Mestranda em Tecnologia Ambiental, PPGTA-UNISC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Osvaldo Cruz, 850 - Higienópolis/ Santa Cruz do Sul - RS - CEP: 96820742 - Brasil - Tel: (51) 2107-4600 - e-mail: [valeriaboettcher@gmail.com](mailto:valeriaboettcher@gmail.com)

#### RESUMO

Os resíduos sólidos gerados pelas indústrias madeireiras ocupam grande parte dos aterros e lixões, não bastasse isso, suas taxas são maiores do que a própria quantidade de matéria prima utilizada para fins de mercadorias. Além de ocupar grandes áreas de descarte de lixo esses resíduos são incinerados, aumentando a emissão de gases e assim prejudicando o meio ambiente. A busca por um fim alternativo e menos impactante é crescente. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo fabricar compósitos termofixos com matéria prima oriunda de marcenaria. Esses compósitos foram obtidos com a combinação de serragem, resina orto-ftálica e catalisador em uma única mistura que posteriormente repousou em um Molde macho-fêmea até o período de cura da mesma. O material resultante traz consigo a vantagem de uma destinação final alternativa (mais adequada) para os resíduos da marcenaria, bem como a possível elaboração de um material com propriedades diferenciadas. Das amostras obtidas, metade dessas foram expostas ao intemperismo por dois meses e posteriormente foram feitos ensaios de Absorção de água, Flexão e Dureza, juntamente com o restante dos corpos de prova, seguindo suas respectivas normas. Os resultados obtidos nos ensaios comprovaram que as amostras expostas ao tempo de dois meses de intemperismo são mais frágeis que as sem exposição. Ainda assim, foi constatado que a fabricação de compósitos poderia gerar muitos produtos que voltariam ao ciclo, sem que a nobre madeira fosse inutilizada tão rapidamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Compósitos Termofixos, Serragem

#### INTRODUÇÃO

Na atualidade, as indústrias ligadas à madeira têm consigo pontos favoráveis para o processo de produção. Por meio disto, o processo aumenta dia-a-dia. FREITAS (2000) afirma que "o aproveitamento de toda a árvore pelas indústrias madeireiras, está em torno de 30% a 60%, variando de empresa para empresa". Ou seja, apenas 1/3 da madeira extraída é transformada em produtos finais. Os resíduos desta produção, portanto, são uma grande quantidade de madeira e que não têm um destino correto. A solução seria dar um destino diferente para a matéria prima considerada nobre e diminuir a porcentagem de material descartado sem utilização.

O desperdício nos levou a traçar um destino mais satisfatório para a serragem descartada em lixões ou queimada. Estes resíduos oriundos do processo produtivo da indústria madeireira poderiam ser utilizados como matéria-prima na produção de compósitos.

Compósito é qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades (CALLISTER, 2002)

apud TEIXEIRA, 2005). Dessa forma, a fabricação destes materiais contribuem como uma forma de agregar valores aos resíduos.

O presente trabalho teve como objetivo buscar uma nova alternativa aos resíduos sólidos de uma marcenaria. Foram moldados corpos de prova segundo o processo de prensagem a frio e em seguida foram avaliados por meio dos ensaios de Flexão, Dureza e Absorção de água.

## METODOLOGIA

A parte prática do presente trabalho foi desenvolvida nas instalações do Laboratório de Controle da Poluição do Ar e na Planta Piloto de Reciclagem Mecânica de Plásticos localizados nas dependências da Universidade de Santa Cruz do Sul. Os ensaios de caracterização mecânica foram executados na Central Analítica, também localizada na UNISC. A serragem utilizada também passou por um teste de granulometria para a identificação dos traços utilizados no trabalho, sendo que essa característica do resíduo interfere nos demais ensaios.

## EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Os equipamentos e materiais utilizados no processo de produção dos compósitos foram: Prensa Hidráulica, Molde tipo macho – fêmea, Resíduos de marcenaria, Resina ortoftálica e catalisador e estufa (na temperatura de 80°C). A figura 1 abaixo ilustra o Molde utilizado no processo de fabricação dos corpos de prova para os ensaios de caracterização mecânica.



**Figura 1** - Molde tipo macho-fêmea utilizado na elaboração dos corpos de prova.

As amostras de compósito obtidas nesse estudo possuem como matriz a resina ortoftálica e como fase dispersa a serragem. A mesma utilizada como fase dispersa foi obtida de uma marcenaria da região.

## FABRICAÇÃO DO COMPÓSITO

Após ser separado em traços granulométricos, o resíduo de madeira foi seco em estufa a 80° C por uma hora. Esse tempo foi necessário para atingir a total secagem e retirada de umidade do material.

Após o processo de secagem, o material foi pesado em uma quantidade de 10% em massa, valor equivalente a 30 g. Foi utilizada uma quantidade de 264 mL de resina Ortoftálica + 6 mL de catalisador. Após adicionar catalisador à resina, acrescentou-se o resíduo da marcenaria, onde foi elaborada a mistura. Por meio desta mistura, obteve-se o material compósito. Após esta homogeneização dos componentes citados, a mistura foi colocada no molde.

Posteriormente ao fechamento, foi aplicada uma carga de 2 TON sobre o molde. O período de cura do material no molde foi de 24 h, onde subsequentemente se retirou os corpos de prova.

Ensaio de Absorção de água, Dureza e Flexão foram executados para a avaliação do material obtido, todos baseados em suas respectivas normas.

O teste de granulometria foi feito para melhor caracterização da serragem utilizada nos compósitos fabricados. Esse teste foi feito por um sistema de peneiramento granulométrico ao qual podemos observar na Figura 2 abaixo.



Figura 2 - Sistema de peneiramento granulométrico.

Algumas amostras foram submetidas a ensaios de intemperismo por dois meses, de modo a se avaliar a influência de mudanças climáticas sobre as propriedades de flexão e dureza do material.

## RESULTADOS

A seguir, serão apresentadas Tabelas referentes ao comportamento das amostras trabalhadas. Na Tabela 1 pode-se perceber que a absorção da água variou durante os 14 dias de ensaio. No primeiro dia, a amostra obteve uma elevada absorção, esta característica foi decrescendo no decorrer dos dias posteriores, este resultado já era esperado devido à saturação dos pontos absorventes.

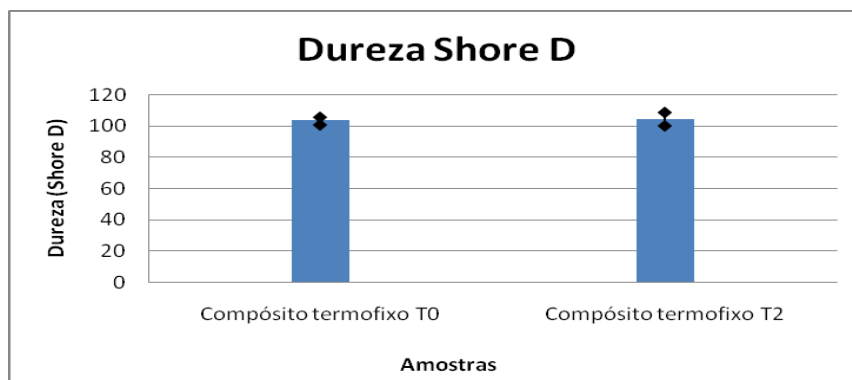
Tabela 1 - Resultados do ensaio de absorção de água

<i><b>DIAS</b></i>	<i><b>Absorção de água (%)</b></i>
1º Dia	$0,52 \pm 0,18$
2º Dia	$0,15 \pm 0,07$
3º Dia	$0,15 \pm 0,05$
4º Dia	$0,05 \pm 0,03$
5º Dia	$0,05 \pm 0,06$
6º Dia	$0 \pm 0$
7º Dia	$0,1 \pm 0,06$
8º Dia	$0,02 \pm 0,009$
9º Dia	$0,18 \pm 0,20$
10º Dia	$0,03 \pm 0,01$
11º Dia	$0,02 \pm 0,01$
12º Dia	$0,11 \pm 0,01$
13º Dia	$0,01 \pm 0,005$
<b>14º Dia</b>	$0,16 \pm 0,2$

A madeira sólida atinge 30% de umidade, sendo assim, absorvem o triplo de água dos compósitos. Sendo assim, de acordo com resultados expressos acima, a resina acaba envolvendo e protegendo a madeira da água (SILVA 2003, apud TEIXEIRA, 2005). Ensaios futuros deverão ser executados de modo a se avaliar a absorção de água com amostras de resina pura.

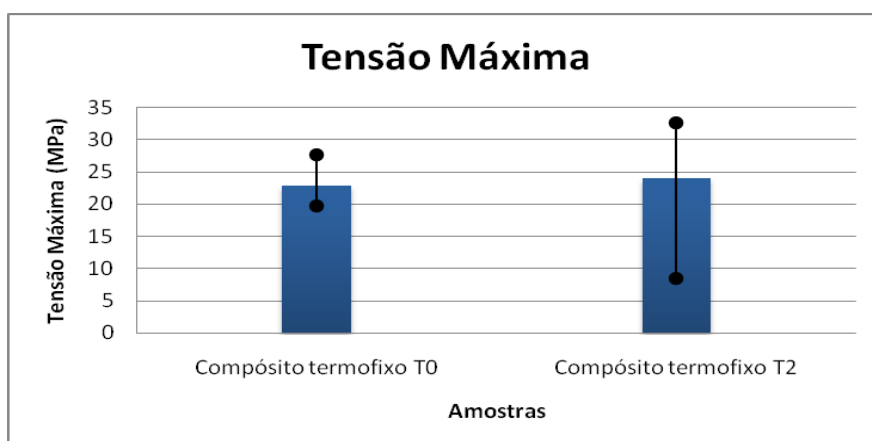
A seguir, serão apresentados os dados referentes aos ensaios mecânicos. Na Figura 3, observam-se os valores resultantes obtidos no ensaio de Dureza (Shore D), previamente e posteriormente ao ensaio de intemperismo.

Percebe-se que a diferença de um composto de tempo zero e tempo 2 meses não foi muito significativa. Ambos apresentaram uma dureza em torno de 100 Shore D.



**Figura 3 – Dureza dos materiais.**

Em relação ao módulo de Elasticidade, observou-se que as amostras apresentaram valores acentuados, aproximadamente 2500 MPa. Entretanto, devido à alta dispersão dos valores obtidos (máximos e mínimos), a visualização dos efeitos do intemperismo ficou dificultada. Em termos de Tensão na força máxima, ambos os materiais se apresentaram na faixa de 20-25 MPa como pode ser visualizado na figura 5.



**Figura 4 – Tensão máxima dos materiais.**

O teste de granulometria foi feito em 2 etapas. Na primeira 7 tamanhos diferentes de peneiras sendo elas: 0mm-0,5mm-1,00mm-2,00mm-2,8mm-4mm-5,6mm. Já na segunda etapa, algumas das peneiras da primeira foram substituídas por terem retido pouca massa e vice versa, sendo assim, foram utilizadas novamente 7 delas com distintos tamanhos: 0mm-0,5mm-0,710mm-1,00mm-1,40mm-2,00-2,80mm. O sistema de peneiramento granulométrico foi ajustado na vibração nº 9 e a duração foi de 20 minutos, sendo que 150 g de serragem sofreram o teste. Das duas etapas foi feita uma média de valores sendo eles massa retida, diâmetro das partículas e massa acumulada em cada peneira conforme mostra a Tabela 2 a seguir.

**Tabela 2 – Resultados do teste de granulometria**

Intervalo de Peneiras (mm)	Diâmetro das partículas (mm)	Massa retida - % equivalente	Acumulado (%)
<b>Fundo</b>	Menores que 0,22 mm	20g – 13,34%	100
<b>0,1 – 0,5</b>	0,22	8g – 5,33%	86,66
<b>0,5 – 0,71</b>	0,60	14g – 9,33%	81,33
<b>0,71 – 1</b>	0,84	18g – 12%	72
<b>1 – 1,4</b>	1,18	22g – 14,67%	60
<b>1,4 – 2</b>	1,67	18g – 12%	45,33
<b>2 – 2,8</b>	2,36	50g – 33,33%	33,33

Conforme a Tabela 2 demonstra, podemos perceber que os traços dominantes do resíduo utilizado nos compósitos possuem diâmetros de partículas de 2,0 mm á 2,8mm com 33,33% de predominância na amostra total de 150g.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de materiais compósitos contendo resíduos industriais em sua composição traz consigo um destino alternativo a estas “sobras” de processos produtivos. Uma vez que se tenha o material definido, obtido e caracterizado, a aplicação do mesmo fica mais acessível. Com o trabalho que ora se conclui, a prática de fabricação de materiais compósitos alternativos se deu de forma positiva.

Em termos de absorção de água, o material estudado apresentou um declínio nesta propriedade no decorrer dos 15 dias de ensaio.

As propriedades mecânicas do material se apresentaram significativas, valores consideráveis de dureza, módulo de elasticidade e tensão foram encontrados.

Os resultados obtidos apontam que o ensaio de intemperismo acarretou em um material com uma maior heterogeneidade, visto a dispersão dos valores alcançados.

Estudos futuros deverão ser executados de modo a se avaliar as propriedades do material contendo somente resina pura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TEIXEIRA, M. G. *Aplicação de conceitos da ecologia industrial para produção de materiais ecológicos: O exemplo do resíduo de madeira*. Trabalho final de mestrado. UFBA - SALVADOR, 2005.
2. FREITAS, Luiz Carlos de. **A baixa produtividade e o desperdício no processo de beneficiamento da madeira:** um estudo de caso. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2000. Dissertação