



## **Estudo para reaproveitamento de resíduo gerado na construção civil para produção de peças em fibra de vidro.**

Herbet Alves de Oliveira<sup>1</sup>, Flavio Oliveira Santana<sup>2</sup>, Rosy Cleide de Jesus Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Ciências dos Materiais professor do IFS. e-mail: herbetalves148@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudantes do Curso Técnico em Edificações do IFS campus de Estância SE. Email: flavio\_fos16@hotmail.com

**Resumo:** Na indústria da construção civil são gerados resíduos tais como: argamassas, cerâmica, madeira e gesso, sendo que atualmente, a maior parte são depositados em aterros sanitários. Os empresários estão cada vez mais conscientes de que a proteção do meio ambiente é importante não só para garantir a sobrevivência do ser humano, mas também como oportunidade de negócios. Neste trabalho, foi avaliado a possibilidade de reaproveitamento do resíduo de gesso gerado na construção civil, na produção de peças em fibra de vidro. O gesso é considerado resíduo da classe C, ou seja, não possui destinação apropriada. Foram produzidos corpos de prova a partir de uma formulação padrão do mercado em que o gesso foi misturado com resina de poliéster que é utilizada na produção de peças em fibra de vidro em substituição ao talco que é utilizado como carga. As propriedades avaliadas foram: resistência mecânica a compressão, densidade aparente e absorção de água. Os resultados mostraram que os corpos de prova contendo gesso apresentaram resultados semelhantes à formulação padrão, e que pode ser usado para reduzir custos de produção e diminuir o impacto ambiental.

**Palavras-chave:** construção civil, gesso, resíduo

### **1. INTRODUÇÃO**

Na indústria de construção civil, a política de preservação ambiental ainda é pouco difundida. No entanto, situar-se acima das exigências apenas legais, mediante sistema de gestão ambiental, deixa de ser uma estratégia preventiva, para constituir-se mesmo em vantagem competitiva e diferencial de mercado. A maior parte dos resíduos gerados na indústria da construção civil, na grande maioria dos municípios brasileiros, é depositada em aterros clandestinos. A deposição irregular ocasiona doenças e entupimentos de galerias e bueiros (MENDES 2004).

Segundo Mota (2003) o desperdício de materiais da construção civil brasileira é elevado e tais materiais possuem uma considerável diversidade na sua composição. Sua quantidade varia de 54 a 70% dos resíduos urbanos como no Rio de Janeiro, representando uma perda de entre 0,4 e 0,76 t/hab./ano. O entulho gerado na construção civil é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concreto, madeira, gesso, etc.). Segundo Zordan (1997), no Brasil, a destinação adequada bem como a prática de reciclagem ainda é pouco difundida. A forma mais simples de reciclagem do entulho ainda é em pavimentação, sendo que existe ainda a possibilidade de ser utilizado na produção de argamassa. A indústria da construção civil gera diversos resíduos, dentre eles o gesso que apesar de existir algumas alternativas de reaproveitamento, ainda é pouco difundida, sendo que a maior parte é disposta em aterros. Vide Figura 1.

Os resíduos gerados pela construção civil, representam 60% de todo o lixo urbano da sociedade e, desse total, 5% correspondem aos restos de gesso, que é gerado na demolição e manutenção de casas e edifícios. Segundo Petrucci (2007) a indústria de fibra de vidro vem crescendo de forma exponencial na produção de peças em diversos segmentos. Na formulação, utiliza-se de resinas de poliéster, fibra de vidro e uma carga que tem a função de redução do custo do processo, para a qual podem ser usados: talco, calcita e ainda óxido de titânio, sendo o talco o mais utilizado. O gesso descartado na construção civil já não possui reatividade e por ser friável, leve, fino e de baixa abrasividade, pode ser uma matéria prima alternativa na substituição do talco. Neste trabalho estudou-se a possibilidade de substituição do talco, utilizado na formulação de peças em fibra de vidro pelo



gesso descartado na construção civil; redução do impacto ambiental gerado pela disposição incorreta do gesso no meio ambiente; redução dos custos de processamento das peças em fibra de vidro.



Figura 1: Gesso descartado no meio ambiente  
Fonte: dados da pesquisa

## 2 METODOLOGIA

O processo em estudo é o manual, que consiste em se fazer uma mistura de uma resina de poliéster e uma carga, para qual pode ser usado talco, calcita, areia e ainda o óxido de titânio, sendo o mais usado o talco. Em seguida, junta-se um catalisador para acelerar a cura. A partir de um molde são depositadas mantas de fibra de vidro que são impregnadas com a mistura da resina. Deve-se aguardar a cura, que pode levar até vinte e quatro horas, para que toda a resina se transforme em plástico. Inicialmente colheu-se amostra do talco e do gesso descartados da construção civil, ambos foram secos em estufa a temperatura de 100°C até peso constante. O gesso foi desagregado em almofariz com auxílio de um pistilo e passou-se em peneira malha ABNT 100. Em seguida foram realizados os seguintes ensaios e análises para caracterização do talco e gesso: análise granulométrica segundo NBRE 7181, massa específica real segundo NBR 6508 e determinação do pH.

### 2.1 Preparação das formulações

Para estudo das composições, utilizou-se, em cada fórmula 50% de talco e 50% de resina poliéster insaturado ortoftálica, pré acelerada, sendo que o catalisador e a fibra foram calculados a parte. Pesou-se 300g de cada carga previamente secos para fornecer pelo menos 4 corpos de prova que foram moldados em forma cilíndrica de diâmetro 5cm e altura 10cm. As misturas foram preparadas a partir da pesagem das matérias primas em balança da marca Marte, com precisão de 0,01g, para posteriormente serem misturadas em recipiente de plástico com 300g de resina de poliéster e após a mistura adicionou-se o catalisador, vide Tabela 1.

Tabela 1: Formulação utilizada no processo

<b>Matéria Prima</b>	<b>Fórmula Padrão</b>	<b>Fórmula Teste</b>
Resina Poliester pré Acelerada (%)	50	50
Talco (%)	50	-
Gesso (%)	-	50
Catalizador (%)	1,3	1,3
Manta Fibra de vidro (%)	1,5	1,5

Fonte: dados da pesquisa



Na Figura 2 é mostrado o fluxo do processo para preparação dos corpos de prova.

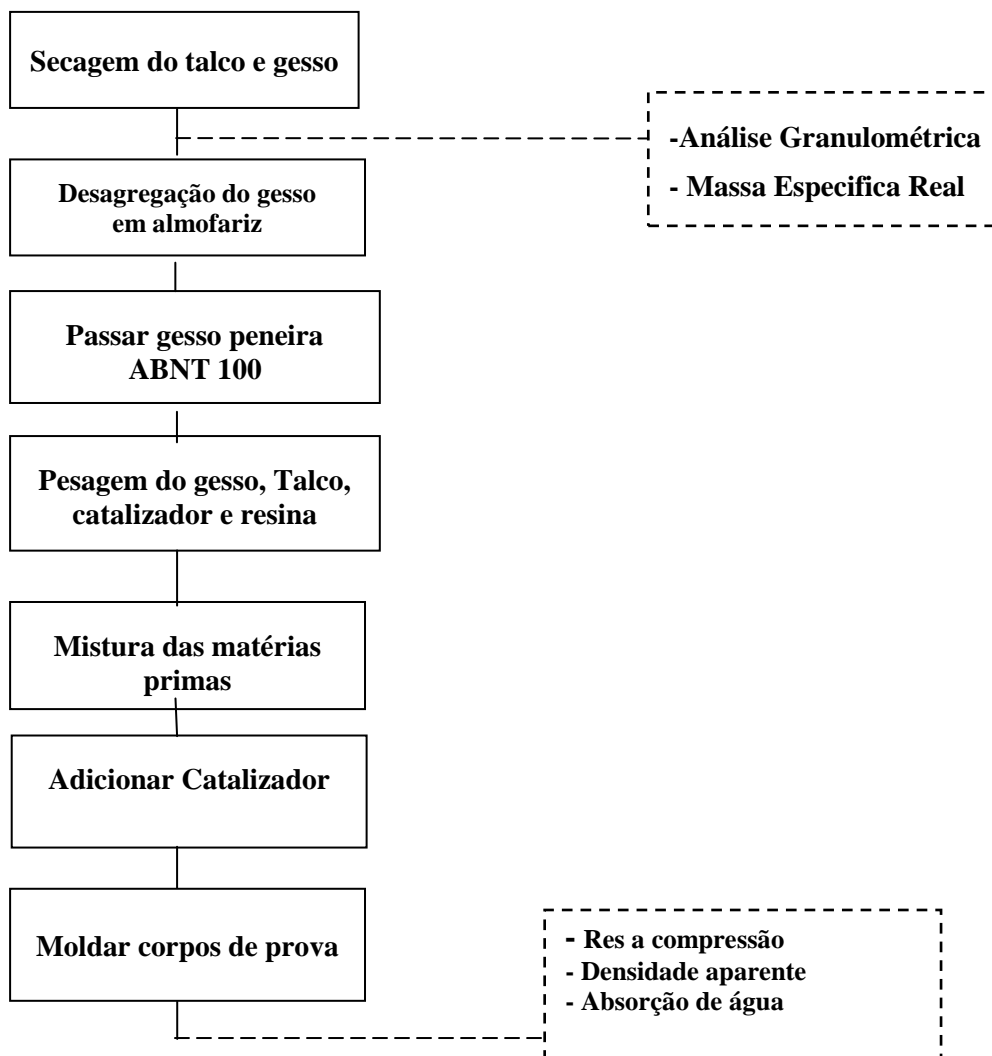


Fig 2: Fluxo do processo de preparação dos corpos de fibra de vidro

## 2.2 Caracterização de Corpos de Prova das Massas em Estudo

Os corpos de prova foram todos identificados, medidos com paquímetro analógico com precisão de 0,02mm e pesados em balança eletrônica da marca Marte com precisão de 0,01g para determinação da absorção de água e densidade. Foram também separados três corpos de prova para determinação da resistência mecânica a compressão.

### 2.3.1 Resistência Mecânica à Compressão

A medida de resistência mecânica à compressão dos corpos de prova foi obtida por meio da prensa hidráulica da marca EMIC, de capacidade 100 ton e resolução 0, 5 kg, com velocidade constante de cerca 5mm/minuto. Para tanto, foi utilizada a formula abaixo:

$$RC = \left( \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{P}{A}$$



**P** = Carga atingida no momento da ruptura (Kgf)       $A = \pi d^2/4$   
**d** = diâmetro do corpo de prova (cm)  
1 Kgf/cm<sup>2</sup> = 0,1 MPa (Mega Pascal).

Os dados apresentados são referentes à média de 3 corpos de prova

### 2.3.2 Resistência Mecânica à Flexão

A medida de resistência flexão dos corpos de prova foi obtida por meio da prensa hidráulica da marca EMIC, de capacidade 100 ton e resolução 0,5 kg, com velocidade constante de cerca 5mm/minuto. Para tanto, foi utilizada a formula abaixo:

$$R = \frac{3Pl}{2a^2b}$$

R- Resistência a flexão (Kgf/cm<sup>2</sup>)  
P- Carga de ruptura (Kgf)  
a- Espessura (cm)  
b- Largura (cm)  
L- distancia entre apoios (cm)

### 2.3.3 Absorção de Água (AA)

Para determinação da porosidade aparente, densidade aparente, e absorção de água dos corpos de prova queimados, utilizou-se o procedimento descrito na norma ASTM C373, que consiste em:

- Foi pesado os corpos de prova e anotou-se os pesos (Pi);
- Foi introduzido os corpos de prova em um recipiente de plástico e cobriu-os com água;
- Após 24h, 56 e 72 h os mesmos foram retirados enxugados e pesados (Pf);  
Os resultados referem-se a média de dois corpos de prova.

**Aa**= (%)

**Pi** = Peso dos corpos de prova inicial (g)

**Pf** = Peso dos corpos úmidos (g)

$$Aa = \left( \frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100$$

### 2.3.4 Massa Específica (MEA)

Foi determinada a massa especifica aparente dos corpos de prova utilizando-se o método do deslocamento de água, que consiste em:

- Pesou-se os corpos de prova em balança analítica da marca Marte com resolução de 0,01g anotou-se os resultados (g);
- Adicionou-se água destilada em uma proveta de 1.000mL até a marca de 300mL (Vi);
- Introduziu-se os corpos de prova devidamente pesados na proveta, e anotou-se o volume deslocado (Vf).



Os resultados da massa específica foram medidos pela razão entre a massa do corpo de prova (m) pela diferença dos volumes ( $V_f - V_i$ ) conforme fórmula a seguir:

$$MER = \frac{m(g)}{(V_f - V_i)cm^3}$$

$V_i$ - Volume da água início ( $cm^3$ )

$V_f$ -Volume da água final deslocado ( $cm^3$ )

MER- Massa específica Real ( $g/cm^3$ )

### 2.3.5 Caracterização química da resina

Os resultados de caracterização da resina foram obtidos com o fornecedor CROMITEC.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise granulométrica

Foi realizado ensaio de análise granulométrica com o talco e o gesso conforme NBR 7181/84. Os resultados mostram que o talco e o gesso apresentam granulometria fina, passante na malha 100, o que facilita o processo de mistura com a Resina. Vide Tabela 2. Os resultados de granulometria mostram que o gesso utilizado apresenta uma fração de cerca de 11% de material retido na malha 200 portanto, um pouco mais grosseiro que o talco.

Tabela 2: Distribuição granulométrica das Matérias Primas

Peneira ABNT	(% Retido)	
	Talco	Gesso
100	0	0
200	0	11,5
Fundo	100	88,5
TOTAL	100	100

Fonte: dados da pesquisa

### 3.2 Determinação da massa específica Real ( $g/cm^3$ )

A massa específica real indica o peso que a matéria prima ocupa por volume. Os resultados mostrados no Tabela 3 indicam que o gesso é cerca de 20% mais leve do que o talco, o que indica que as peças produzidas com essa matéria prima apresentaram-se mais leves.

Tabela 3: Massa específica Real das formulações

Ensaio	Gesso	Talco
MER ( $g/cm^3$ )	2,03	2,49

Fonte: dados da pesquisa

### 3.3 Caracterização química da resina



Foi utilizada uma resina de poliéster insaturada da marca POLICROM 20.312 fornecida pela CROMITEC que possui as características descritas na Tabela 4 . De acordo com os resultados, a resina possui elevada viscosidade e é de caráter ácido.

Tabela 4 : Propriedades da Resina

Propriedades	Unidade	Especificação
Viscosidade Brookfield (25°C)	Cp	300-350
Não Voláteis (105°C)	%	Mínimo 57
Índice de Acidez	mg KOH/g	Máximo 30
Cor Visual	-	Verde

Fonte: EMBRAPOL

### 3.4 Determinação do pH

Os resultados obtidos na verificação do pH mostram que o pH do gesso é básico, próximo ao do talco de acordo com a Tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Análise do pH

Substâncias Analisadas	pH	Temperatura(°C)
Talco	8,3	25,4
Gesso	9,4	25,0
Resina	4,0	25,0

Fonte: dados da pesquisa

### 3.5 Determinações da Resistência Mecânica a Compressão

Os resultados da resistência a compressão estão resumidos na Tabela 6. Os resultados mostraram que a resistência mecânica das peças produzidas com talco foram cerca de 8% maior que a resistência com gesso.

Tabela 6: Resistência a Compressão e flexão em (Mpa)

Teste	Compressão	Flexão
Gesso	63,7 <sup>3</sup>	34 <sup>3</sup>
Talco	69,0 <sup>4</sup>	38 <sup>5</sup>

Fonte: dados da pesquisa

### 3.6 Absorção de água

Os resultados foram avaliados após 24, 44, 72 hs e não foram observadas variações no peso, o que indica que material resiste a intempérie. Vide Tabela 7

Tabela 7: Absorção de água

Teste	Peso inicial	Peso
Gesso	102,62	102,62
Talco	96,08	96,08

Fonte: dados da pesquisa



### 3.7 Massa específica Aparente (MEa)

Os resultados da massa específica aparente correspondem a um ensaio. Os mesmos mostram que as peças produzidas com Gesso são cerca de 10% mais leves do que as peças produzidas com talco. Vide Tabela 8.

Tabela 8: Massa específica das formulações

Teste	Mea(g/cm <sup>3</sup> )
Gesso	1,48
Talco	1,65

Fonte: dados da pesquisa

### 3.8 Síntese dos resultados obtidos

De acordo com a Tabela 9, as peças padrão produzidas com talco apresenta melhores resultados de resistência mecânica, porém apenas 8% maior do que a formulação do gesso. Nenhum dos dois materiais apresentou problemas de deterioração em água. As peças produzidas com gesso são cerca de 20% mais leves.

Tabela 9 : Resistência Mecânica

Ensaio	Gesso	Talco
Mea (g/cm <sup>3</sup> )	1,46 <sup>0,02</sup>	1,69 <sup>0,01</sup>
Res a flexão (Mpa)	34 <sup>5</sup>	38 <sup>8</sup>
Res a Compressão (MPa)	63 <sup>6</sup>	69 <sup>5</sup>
Absorção de água (%)	0,0	0,0

Fonte: dados da pesquisa

### 3.9 Custo de processo

Os custos das matérias primas estão mostrados na Tabela 10. O custo final de uma peça de fibra de vidro poderá apresentar-se baixo, ao se substituir o gesso pelo talco.

Tabela 10: Custo das Matérias-primas

Matéria Prima	Custo (R\$)
Gesso	1,00*
Talco	1,26/Kg
Fibra de vidro	12,00/m <sup>2</sup>
Resina	10,00 /Kg

Fonte: dados da pesquisa

Os custos com beneficiamento e transporte do talco é avaliado em R\$ 0,20/kg



#### 4 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de reaproveitar o gesso descartado na construção civil como fonte de matéria prima para a produção de peças em fibra de vidro. Os resultados mostraram que as peças produzidas com gesso apresentam resultados muito próximos das peças padrão produzidas com talco existente no mercado, e que este reaproveitamento poderá ser uma fonte rentável, e ainda reduzira o impacto ambiental provocado pela disposição incorreta do gesso no meio ambiente.

Este trabalho deverá ter continuidade em uma 2ª fase pois vários ensaios deverão ser realizados direcionados para produtos específicos, como resistência mecânica a tração, resistência ao impacto e ainda resistência ao ataque de produtos químicos. Em uma 3ª fase realizaremos estudos práticos em empresas com o fim de consolidar os experimentos.

#### 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABFCD – Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall. **Resíduos de Gesso na Construção Civil**, São Paulo: 2009.

ARAUJO, E. et all. **Fiberglass Wastes/Polyester Resin composites: mechanical Properties and Water Sorption**. Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 16, n<sup>o</sup>4, p 332-335, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR -7181 –**Determinação da Granulometria de Solos**.

BAUER FALCÃO, L. A. **Materiais de Construção**. Volume 2, 5.ed., São Paulo: LTC, 2010.

EMBRAPOL. **Resina Poliéster**. Disponível em: <<http://www.embrapol.com.br/resina.htm>> Acesso em 15 de agosto de 2011.

FIBERGLASS. Disponível em <http://www.comercialfiberglass.com.br/produtos.htm>. Acesso em 10 de agosto de 2011.

FIBERTEX. Disponível em <http://www.fibertex.com.br/> Acesso em 10 de agosto de 2011.

GUIMARÃES, ALEXANDRE. **Estudo dos perfis compostos em fibras de vidro pelo processo de fabricação por pultrusão combinando as vantagens do plástico com a madeira e o aço** [www.foa.org.br/cadernos/edicao/05/22.pdf](http://www.foa.org.br/cadernos/edicao/05/22.pdf).

MENDES, T. A., REZENDE, et all. **Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado**. Anais da 35ª Reunião Anual de pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003.

MOTTA, L. M. G., FERNANDES, C. **Utilização de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Pavimentação Urbana**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003. NBR 7181/84- Análise granulométrica método de ensaio.

PETRUCCI, ELADIO. **Materiais de Construção**, São Paulo: Globo, 2007.

THEODORAKOPOULOS, D.D; **Creep Characteristics of Glass Reinforced Cement Under Flexural Loading, Cement & concrete**- Elsevier, 17, great Britain, p 267-279, (1995).

VERÇOSA, E. J. **Materiais de Construção**, Volume 1, Porto Alegre: Sagra, Porto Alegre, 1975.