

# LIXO URBANO E PLACAS PARA SINALIZAÇÃO VIÁRIA <sup>1</sup>

Cláudio Luiz Dias Leal<sup>2</sup>  
Protasio Ferreira e Castro<sup>3</sup>  
Regina Coeli Martins Paes Aquino<sup>4</sup>  
Thaís Pereira Lamônica Machado<sup>5</sup>

## Resumo

O objeto principal dessa pesquisa é o resíduo obtido da coleta de lixo urbano, que será utilizado na elaboração de componentes para sistemas de sinalização rodoviária, notadamente placas, em material compósito de matriz polimérica. O projeto busca articular o desenvolvimento de componentes de sinalização viária e produção adequada às condições sócio-econômicas e culturais do segmento de baixa renda por meio da aplicação de técnicas eco-eficientes. A metodologia consiste no desenvolvimento de processos de obtenção de compósito de matriz polimérica com as proporções dos componentes, usando como carga polietileno tereftalato (PET). Espera-se obter uma linha de fabricação simples para placas de sinalização viária, em matriz polimérica e PET, além de procedimentos e processos de produção, controlados por ensaios que sirvam como base para a avaliação da qualidade em seus aspectos de resistência mecânica.

**Palavras-chave:** Compósitos; Lixo urbano; PET; Propriedades mecânicas.

## URBAN WASTE AND ROAD SIGNS SHAPES

### Abstract

The primary purpose of the study is the residue of urban plastic waste collect, which will be used in components preparation for road signs shapes, especially composites material. The design search to link development of road signs shapes and suitable production for lesser social-economical people through efficient techniques. The method was used in procedure development for obtaining polymer composite, with components moisture using as loading polyethylene terephthalate (PET) waste. As result is wanted to find a simple production line for road signs shapes, in polymeric matrix and PET, controlled by mechanical strength tests.

**Key words:** Composites; Urban waste; PET; Mechanical tests.

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

<sup>2</sup> *MSc, Professor e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Arquitetura e Construção Civil, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos CEFET, Campos dos Goitacazes – RJ, doutorando do PROPP, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. E-mail: cleal@cefetcampos.br*

<sup>3</sup> *PhD, Professor, Pesquisador do CNPq, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. E-mail: pfcastro@oi.com.br*

<sup>4</sup> *D.Sc., Arquiteta, Professora e Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Arquitetura e Construção Civil, do Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET, Campos dos Goitacazes, Rio de Janeiro. E-mail: raquino@cefetcampos.br*

<sup>5</sup> *Bolsista Pesquisador Junior do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Arquitetura e Construção Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET, Campos dos Goitacazes, Rio de Janeiro. E-mail: tatalamonica@yahoo.com.br*

## 1 INTRODUÇÃO

O grande sucesso dos compósitos como materiais não é devido apenas à possibilidade de obter-se materiais com propriedades diferentes das apresentadas pelos materiais convencionais de engenharia, mas principalmente, ao fato de permitirem uma grande flexibilidade de projeto. Assim sendo, através de uma seleção apropriada da matriz, do reforço, da orientação e distribuição espacial do reforço e da proporção relativa entre a matriz e o reforço, o projetista pode criar um material em função dos requisitos específicos de um determinado projeto. Isto fez com que nas últimas décadas a utilização de materiais compósitos crescesse de maneira exponencial. Mais do que qualquer outra classe de materiais, os compósitos permitem que sejam aproveitados na sua fabricação resíduos de outros materiais. Os resíduos entram no compósito como simples carga na matriz ou até mesmo como reforçadores.

O plástico corresponde a cerca de 10%, em massa, do lixo urbano produzido no Brasil. De acordo com o Cempre,<sup>(1)</sup> o Brasil consumiu 360 mil toneladas de PET na fabricação de embalagens em 2004. Desse total, 48% foram reciclados. A maior parte do PET reciclado é consumido pela indústria têxtil na fabricação fibra de poliéster e TNT (tecido não tecido). O PET reciclado também é destinado à fabricação de cordas e cerdas para escovas, chapas para boxe de banheiro, embalagens para produtos não alimentícios, resinas e outros. O processo de reciclagem é iniciado com a separação das garrafas por cores. Em seguida são retirados os rótulos, adesivos e tampas. As embalagens são trituradas gerando os flocos, material que é usado na reciclagem. Após a moagem os flocos são separados do Policloreto de Vinila (PVC) presente nos rótulos e tampas, remanescentes da primeira triagem. Para os flocos mais finos a separação é difícil, fazendo com que parte desse material torne-se rejeito do processo, já que a contaminação por PVC fica acima dos limites aceitáveis. Os resíduos de reciclagem do PET, resultantes de processos reciclagem de embalagens vêm mostrando uma grande perspectiva para fabricação de compósitos.

A atual evolução da população humana tem mostrado que, em um futuro próximo, haverá uma crise extremamente acentuada em consequência da degradação e destruição dos recursos naturais que são as bases da sustentabilidade de seu sistema produtivo.

A reciclagem de embalagens PET apresenta as seguintes motivações econômicas: aumento de vida útil dos aterros, geração de empregos, reinserção social dos catadores, economia de energia e matéria-prima, redução dos custos de coleta, transporte e disposição final do lixo, reutilização adequada dos resíduos e proteção do meio ambiente.

Essa pesquisa tem como objetivo oferecer uma nova alternativa para o aproveitamento de resíduos de reciclagem do PET e obter uma linha de fabricação simples para componentes de sinalização viária, em matriz polimérica e PET, que facilite a produção através das cooperativas de catadores de lixo.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Os produtos primários que se constituíram na matéria prima para produção dos compósitos foram como carga os resíduos de reciclagem do PET e como matriz a resina poliéster.

A Figura 1 apresenta o resíduo de reciclagem do PET usado como carga.



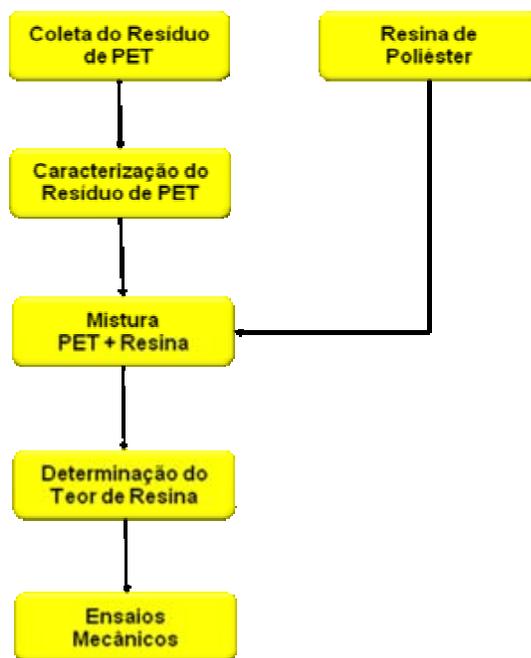
Figura 1 – Resíduo de reciclagem do PET

A Tabela 1 mostra as características do resíduo de reciclagem do PET empregado na pesquisa.

TABELA 1 – Características do resíduo de reciclagem do PET

Abertura (mm)	Porcentagem passando (%) PET
19	100,0
12,5	100,0
9,5	100,0
4,8	96,9
2,0	82,7
0,42	9,8
0,18	2,4
0,074	0,1
Massa Específica Real (kg/m <sup>3</sup> )	1254
Massa Específica Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	46

Para que se tenha uma idéia geral das alternativas de produção de materiais compósitos a partir de resíduos de reciclagem do PET, a figura 2 mostra um diagrama com o fluxo de processamento que serviu de base para a metodologia empregada neste trabalho.



**Figura 2** – Metodologia usada.

A resina poliéster encontra-se no grupo das resinas termorrígidas, que uma vez aquecidas atingem um estado de rigidez irreversível. A resina em questão não é solúvel em água e sua formulação se dá na razão de 10 partes em peso de resina para 0,5 partes de endurecedor.

Os compósitos foram preparados misturando-se a resina poliéster com o resíduos de reciclagem do PET, e depois colocados no molde. Foram fabricados compósitos com fração de PET variando de 10 a 30%, em volume, sem pressão de moldagem e dispostas aleatoriamente no molde.

A Figura 3 apresenta detalhes do processo de fabricação dos compósitos.



**Figura 3** – Fabricação do compósito.

As placas assim obtidas foram serradas para confecção de corpos de prova com dimensões 8 X 25 X 125 mm, submetidos ao ensaio de resistência à tração na flexão. Para cada teor de PET foram moldados seis corpos de prova e o resultado final de resistência à flexão para cada teor foi o valor médio. Os corpos de prova foram rompidos na flexão para determinação da tensão de ruptura. A velocidade de ensaio utilizada foi de 1 mm/min.

A tensão de ruptura à flexão estática é determinada a partir da relação:

$$\sigma_r = \frac{F_{\max} D}{2Le^2}, \text{ onde:}$$

$\sigma_r$  = tensão de ruptura à flexão estática, em MPa;

$F_{\max}$  = carga de ruptura em N;

D = distância entre os centros dos apoios, em mm;

L = largura do corpo de prova, em mm;

e = espessura do corpo de prova, em mm.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do ensaio de flexão simples para os compósitos obtidos com os diversos teores de PET são apresentados na tabela 2. O resultado para cada teor de PET é a média de seis corpos de prova.

**Tabela 2** – Flexão simples do compósito resina poliéster / PET

Teor de PET (%)	Resistência á flexão (MPa)
10	23,7 ± 3,15
15	32,2 ± 1,55
20	38,3 ± 1,78
25	43,1 ± 2,46
30	39,1 ± 1,33

É interessante notar que o valor obtido para a tensão de ruptura no compósito com resíduo PET é bastante promissor, sendo superior a produtos comerciais de madeira largamente empregados na sinalização viária.

Aquino<sup>(2)</sup> apresentou resultados obtidos para ensaio de flexão simples de algumas madeiras brasileiras. Para que se possa fazer uma comparação com o compósito polimérico fabricado experimentalmente com carga de resíduo PET, foi acrescentado aos resultados de flexão com madeiras, o maior valor obtido para o compósito feito com resíduo PET (Tabela 3).

**Tabela 3** – Flexão simples de algumas madeiras brasileiras do compósito polimérico fabricado experimentalmente com carga de resíduo PET.

Madeira (nome vulgar)	Flexão Simples (MPa)
Aroeira do Sertão	22,8
Ipê Roxo	23,1
Guarita	18,1
Ipê Amarelo	21,9
Eucalipto	17,2
Ipê-Peroba	14,8
Peroba	13,5
Pinho do Pará	8,7
Compósito polimérico PET	43,1

Esses resultados são promissores em relação à possibilidade de utilizar resíduo PET como reforço em compósitos poliméricos.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que a resistência do compósito aumenta, até um determinado ponto, com o aumento do teor de resíduo PET.

Através dos resultados obtidos, pode-se observar que o teor ideal de resíduo PET é de 25 %, os teores acima desse valor conduzem a menor resistência mecânica.

Conclui-se, ainda, que o resíduo de PET pode ser empregado como fase reforçadora aos compósitos de matriz polimérica, com potencial para substituir materiais tradicionais como madeira e aço amplamente usados nos serviços de sinalização viária.

As cooperativas de catadores de lixo estão espalhadas por todo o Brasil, portanto existe potencialidade da produção dos componentes de sinalização viária por essas cooperativas de forma a melhorar as condições de vida desses catadores nos seus aspectos sociais e ambientais.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CEFET-CAMPOS e ao CNPq pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- 1 CEMPRE – **Compromisso Empresarial para Reciclagem**. Disponível em: [http://www.cempre.org.br/fichas\\_tecnicas\\_pet.php](http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_pet.php) – Acesso em 02 jan. 2007.
- 2 Aquino, R.C.P.. **Desenvolvimento de Compósitos de Matriz Polimérica e Celuligninina**. Campos dos Goytacazes, 1988. 94 p.. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, 1988.
- 3 Gibson, R. F.. **Principles of Composite Material Mechanics**. McGraw-Hill. New York, 1994.
- 4 Leal, Castro e Mansur; Cláudio Luiz Dias, Protasio Ferreira e Ronaldo Uébe. **Aproveitamento do Polietileno Tereftalato em Concreto Asfáltico**. In:Reunião de Pavimentação Urbana 13. Maceió, 2006.