

## **Desenvolvimento e caracterização de compósitos de borracha natural com subprodutos de cartuchos de *toners***

Bruno TREVISAN<sup>1</sup>  
Elton Aparecido Prado dos REIS<sup>2</sup>

**RESUMO:** Almeja-se com o desenvolvimento deste a geração de compósitos por meio de borracha natural, o qual será utilizada como matriz polimérica, juntamente com resíduos provenientes da limpeza de cartuchos de *toners* de impressoras inservíveis, que por sua vez será investigada como possível carga reforçante para a matriz polimérica, visando a obtenção de um novo material com propriedades mecânicas, térmicas, morfológicas e elétrica que possa ser direcionado a aplicações em âmbito industrial e tecnológico. Com o desenvolvimento deste novo material se poderá contribuir de forma significativa na diminuição dos impactos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado deste resíduo, que é um sério problema oriundo da evolução tecnológica.

**Palavras-chave:** Resíduos. Borracha Natural. *Toner*. Matriz Polimérica. Compósito.

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas a sociedade se tornou dependente da tecnologia, fazendo com que a produção de computadores aumentasse em larga escala para atender a demanda. Os custos diminuíram e cada vez melhores computadores foram surgindo, a cada dia uma nova descoberta era feita. Onde apenas os mais ricos poderiam ter, bilhões de pessoas passaram a consumir este bem. Mas em

---

<sup>1</sup> Discente do 2º ano do curso de Engenharia de produção do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. e-mail trevisan\_bruno@hotmail.com Bolsista do Programa de Iniciação Científica.....

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais do programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Materiais (POSMAT) da Universidade Estadual Paulista. elton.reis@toledoprudente.edu.br Orientador do trabalho.

contrapartida quando alguém resolve livrar-se deste, por ter se tornado obsoleto ou por mal funcionamento, seja qual for o motivo, esta pessoa se encontra sem saber o que fazer, e muitas vezes o descarta como um lixo qualquer. Desta forma, prejudicando o meio ambiente pela presença de certos componentes.

Na grande maioria das vezes, os computadores descartados são direcionados a instituições carentes ou qualquer outro lugar para que este não necessite ser jogado na natureza, porém, em um determinado momento este se torna obsoleto, sendo descartado [i].

Uma iniciativa chamada *linux4africa* da associação alemã FreiOSS reequipa estes computadores e organiza o seu transporte para a África, principalmente para Moçambique e Tânzania. O Brasil, em 2007 anunciou um plano de implantação de uma rede nacional de Centros de Recondicionamento e Reciclagem de Computadores (CRC), que seleciona os computadores rejeitados pelos órgãos governamentais, e os direciona para bibliotecas e escolas [ii].

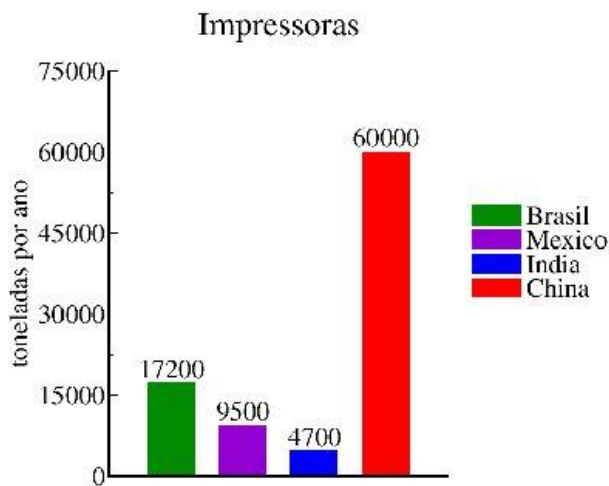
Segundo dados do *Greenpeace*, uma organização sem fins lucrativos, são produzidos no mundo cerca de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano sendo que apenas no Brasil este número chega a 97 mil toneladas de computadores e 17,2 mil toneladas de impressoras, sendo que grande parte é direcionada a aterros sanitários certificados, visto que estes resíduos são classificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como resíduo classe I – perigoso. A partir da Figura 1, dentre os componentes de um computador existe diversos componentes metálicos, prejudiciais ao meio ambiente [iii, iv].

**Figura 1 – Quantificação de componentes de um computador**

Componentes do computador	
Metais Ferrosos	32%
Plástico	23%
Metais Não-Ferrosos (cádmio, mercúrio, berílio, etc.)	18%
Vidro	15%
Placas Eletrônicas (ouro, prata, platina, etc.)	12%

Fonte: Programa Ambiental das Nações Unidas

**Figura 2 – Gráfico representativo de descarte anual de impressoras em Toneladas.**



Fonte: NTI.CEAVI

Tendo em vista este descarte em massa e o problema ambiental gerado, em 2008 o governo do estado de São Paulo criou a lei 13.576, onde as empresas que produzem componentes eletrônicos são responsáveis pelo e-lixo produzido, estes devem receber destinação final adequada para que não seja o meio ambiente prejudicado com este [v].

**Figura 3 – Imagem ilustrativa de descarte incorreto de lixo eletrônico**



Fonte: TECHMUNDO

É importante falar também dos compósitos, que hoje em dia, fazem parte de nossa vida de uma forma abundante. Cabe explicar o que são e sua evolução no decorrer dos anos.

Pode se chamar de compósitos, um material feito de outros 2 ou mais com propriedades diferentes. Onde é necessário um elemento matriz, ou seja, que seja o composto de maior concentração na mistura, e um ou mais de fase dispersa, ou seja, reforço ou modificador, este, que será de menor concentração[vi].

O termo compósitos pode ser recente, porém o conceito, a prática, já se é conhecida há muito tempo. Um exemplo antigo era a mistura feita de barro e palha para a produção de tijolos. Na época medieval também a produção de espadas e escudos foi uma das utilizações do conceito de compósitos, onde o minério de ferro era fundido e misturado com carbono [vii].

Nos dias atuais os compósitos mais utilizados na indústria são os que utilizam fibras de vidro e carbono para reforços. Aqueles com reforço de fibra de carbono têm melhor propriedades mecânicas, mas também, um custo mais alto do que aqueles feitos com fibra de vidro. A cada dia, mais se investe no ramo de materiais, em busca de inovações tecnológicas e sabe-se que muito mais ainda tem-se a descobrir [viii].

**Figura 4 – Exemplo de compósito feito com fibra de carbono**



Fonte: OMUNDODAU SINAGEM

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Toner

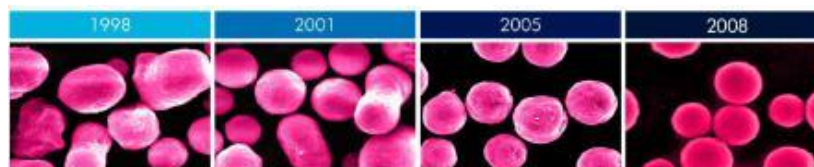
**Figura 5 – Cartucho de *Toner* vendido comercialmente**



Fonte: ECYCLE

O *toner* é um dispositivo utilizado em impressoras a laser. Diferente do cartucho de tinta que possui em seu interior a tinta em estado líquido, o *toner* possui-a em estado sólido, mais precisamente, em pó. No momento da impressão parte deste pó é jogado na folha fixando-se e partindo para o fusor, que tem a função de elevar a temperatura do pó até que este mude para o estado líquido e assim permanecendo na folha. É uma tecnologia recente comparado aos cartuchos de tinta. Na figura 5, vemos a evolução das partículas de pó colorido de *toner* [ix].

**Figura 6 – Evolução das partículas de *toner* com o passar do tempo**



Fonte: ONPORT.WORDPRESS

É de conhecimento que este possui uma gama de elementos químicos necessários para seu funcionamento, dentre eles estão: [x]

- Pigmentos
- Resinas
- Ceras
- Óxido de ferro
- Sílica

Em relação aos elementos químicos citados, sabe-se que os pigmentos possuem em sua composição negro de fumo, que por sua vez é responsável pela coloração negra apresentada pela tinta. No entanto, em outras é utilizado como carga reforçante na fabricação de compósitos elastoméricos e também, devido suas propriedades elétricas, pode gerar características condutivas nestes [xi, xii].

Resinas, que são compostos orgânicos derivados do petróleo, têm inúmeras utilizações como cordas de violino para uma melhor fricção com o arco, em joias devido sua resistência e transparência e a possibilidade de diversas formas [xiii].

As Ceras podem ser utilizadas como isolantes térmicos, nas indústrias são aplicadas à produção de vernizes, medicamentos e outros. O óxido de ferro é utilizado em sua maioria como matéria prima pelas indústrias de aço e ferro.

A sílica é matéria prima básica para a produção de vidro, que dependendo da mistura, produz-se vidros comuns ou de alta resistência. Em uma de suas formas cristalinas, possui propriedades piezelétricas, e por isso, muito empregado em componentes eletrônicos [xiv].

O *tôner* poucas vezes citado na problemática do descarte do e-lixo, também é considerado um lixo eletrônico, apesar de não conter componentes eletrônicos. Este é peça essencial para uma impressora, que também é largamente descartada na natureza. Como já citado anteriormente, o *toner* é composto por diversos elementos químicos, que por sua vez se descartado de maneira errônea, pode implicar na liberação de metais pesados e de gás metano contribuindo para o efeito estufa. Dessa forma faz-se necessário um olhar clínico para o tratamento destes compostos químicos [xv].

Após o fim de sua vida útil, um cartucho de *toner* pode ser recarregado até três vezes antes que suas peças sejam desgastadas. Então após esse ciclo,

torna-se necessário a remanufatura, que consiste na limpeza dos resíduos do antigo pó cartuchos e troca de peças essenciais. Esses resíduos são então armazenados em um recipiente próprio para o descarte. E o manuseio de tal equipamento pode ser prejudicial a saúde, pois os resíduos do cartucho (pó), se inalados ou em contato com a pele, podem acarretar doenças como bronquite e até mesmo câncer, pela presença das substâncias citadas [xvi, xvii].

Porém é sabido que estes elementos muitas vezes são necessários para fabricação de outros artefatos, tais como na vulcanização de compósitos elastoméricos, visando aumento de propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, entre outras.

Diante deste último fato, acredita-se que o resíduo fruto da limpeza dos cartuchos de *toner* pode vir a ser um substituinte parcial na fabricação de compósitos de matriz de borracha natural, tornando-se assim uma nova matéria prima para o setor, baixando custos de produção e propiciando menor dano ambiental.

O desenvolvimento dos novos materiais, os quais tratam-se de compósitos obtidos por meio da mistura de diferentes proporções em massa de borracha natural com diferentes proporções em massa de resíduo de toners. A matriz polimérica será vulcanizada por meio de formulação de enxofre, visando aumento de suas propriedades mecânicas, para que possa suportar solicitações exigidas.

Para a realização do processo de fabricação, os materiais serão misturados, a temperatura ambiente, em um cilindro misturador aberto para que o cisalhamento imposto pelo equipamento acarrete em uma boa dispersão dos agentes na BN.

Concluída a etapa de mistura, será realizada a análise reométrica das amostras a fim de se determinar o tempo ótimo de vulcanização ( $t_{90}$ ), esta análise realizada em um Teômetro da marca TEAM modelo TE 100/03.

Posteriormente será realizada a vulcanização do material utilizando-se a técnica de termo - prensagem em uma termo - prensa. Após será iniciada a etapa de análise de propriedades físicas e químicas do novo material, visando direcioná-lo a aplicações de âmbito tecnológico e industrial, tais como elemento substituinte de artefatos de borracha já difundidos.

### 3 CONCLUSÃO

Como visto no desenvolvimento deste trabalho, pode-se perceber que pouco se fala sobre o reaproveitamento deste *toner*, que polui o ambiente, muitas vezes de forma mais devastadora do que muitos outros componentes presentes no computador. Após o final de sua vida útil ainda é possível prolongar recarregando e manufaturando-o, porém em um determinado momento, será necessário seu descarte, que na maioria das vezes é feita de maneira incorreta.

Empresas resgatam estes cartuchos, porém não possuem um verdadeiro processo de reaproveitamento dos compostos contidos neste. Desta forma, visando um fim para esses compostos, nota-se que o desenvolvimento de borracha natural com subprodutos desses cartuchos de *toners*, poderá revolucionar impactos causados, pois poderá gerar um novo material de interesse de mercado, assim como diminuir custos de descarte e ainda contribuir na preservação do meio ambiente, que é dever de todos aqueles que atuam na área de pesquisa e linhas de produção.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

i LIMA Lucimar M. M., SILVA BRILHANTE J., LIMA EDVALDO J. Manufatura reversa e o gerenciamento adequado do lixo eletrônico. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/09.pdf>>. Acesso em: 29 de julho de 2016.

ii FREIOSS. Die Vision. Disponível em: <<http://www.linux4afrika.de/index.php?id=2>>. Acesso em: 27 de julho de 2016.

iii CORREIO Braziliense. Tecnologia: Mais de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico são produzidos no mundo. Disponível em: [http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/tecnologia/2014/09/16/interna\\_tecno](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/tecnologia/2014/09/16/interna_tecno)



---

logia,447330/mais-de-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-sao-produzidos-no-mundo.shtml> . Acesso em : 29 de julho de 2016

iv RAMOS J. Lixo Eletrônico: O que é lixo Eletrônico, descarte, poluição provocada no meio ambiente, onde jogar, coleta, reciclagem do lixo tecnológico. Disponível em: [http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/lixo\\_eletronico.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/lixo_eletronico.htm) Acesso em: 1 de agosto de 2016.

v Governo do Estado de São Paulo. Lei do Lixo Tecnológico - Lei 13576/09 | Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Disponível em: < <http://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/817923/lei-do-lixo-tecnologico-lei-13576-09>> . Acesso em: 29 de julho de 2016.

vi SILVA L. A. Compósito. Disponível em: <http://www.infoescola.com/materiais/composito/>>. Acesso em: 2 de setembro de 2016.

vii SILVA L. A. Compósito. Disponível em: <http://www.infoescola.com/materiais/composito/>>. Acesso em: 2 de setembro de 2016.

viii \_\_\_\_\_. Introdução aos materiais compósitos. Disponível em: < <http://www.omundodausinagem.com.br/?p=5418>> . Acesso em: 2 de setembro de 2016.

ix JORDÃO Fábio. Como funciona uma impressora a Laser?. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/infografico/3066-como-funciona-uma-impressora-a-laser-.htm>> Acesso em: 24 de agosto de 2016

x WIKIPEDIA. Toner. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Toner>> Data de acesso: 17 de junho de 2016.

---

xi CÁSSIO Rodrigues. Tudo sobre partículas de Toner. Disponível em : <  
<https://onport.wordpress.com/category/tudo-sobre-particulas-de-toner/>> Data de  
acesso: 17 de junho de 2016.

xii CARDOSO Valim T. NUNES FILHO, E. ALVES MENDES, L. Materiais  
Carbonosos: Estudo, caracterização e aplicações do Negro de Fumo. Disponível em:  
< <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/13/1010-14661.html>> Data de acesso: 15  
de julho de 2016.

xiii CRISTINA F. Jorge, A. Resinas o que são e para que servem. Disponível em:  
<<http://www.heartjoia.com/2269-resinas-tipos>> Data de acesso: 22 de junho de  
2016.

xiv LILLIAN Eduardo DA SILVA. Sílica. Disponível em: <  
<http://ipc3materiais2010.blogspot.com.br/2010/12/silica.html>>. Acessado em 26 de  
julho de 2016.

xv MARTINEZ M. Toner é reciclável?. Disponível em: <  
[http://www.ecycle.com.br/component/content/article/46-diversos/260-reciclagem-  
toner.html](http://www.ecycle.com.br/component/content/article/46-diversos/260-reciclagem-toner.html)> Acesso em: 29 de julho de 2016.

xvi CIROTTO Maria Fernanda S. Abordage Do Correto Descarte De Cartuchos De  
Tinta e Toners Por Meio De Cartilha Educativa. Disponível em: <  
<http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6437/1/20652357.pdf>>. Acesso em :  
2 de agosto de 2016.

xvii Toner Print. Qual a diferença entre remanufatura e recarga de cartuchos de  
toner?. Disponível em: < [http://www.tonerprint.com.br/blog/qual-a-diferenca-entre-  
remanufatura-e-recarga-de-cartuchos-de-toner/](http://www.tonerprint.com.br/blog/qual-a-diferenca-entre-remanufatura-e-recarga-de-cartuchos-de-toner/)> . Acesso em: 2 de agosto de 2016.