



Lixo eletrônico: caracterização do vidro do tubo de raios catódicos de computadores para reciclagem

N. M. O. Lima¹; C. R. S. Morais¹; L. M. R. Lima²

¹Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande

Rua Aprígio Veloso, 822 Bodocongó, CEP 58109-900, Campina Grande, PB, Brasil

²Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento – Universidade Federal de Campina Grande

Rua Luiz Grande, S/N, CEP 58540-900, Sumé, PB, Brasil

(Recebido em 17/11/2010; revisado em 16/03/2011; aceito em 28/04/2011)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo:

Conhecidos como cinescópios, os Tubos de Raios Catódicos ou popularmente “tubos de imagem” são identificados mundialmente pela sigla CRT (*Cathode Ray Tubes*) e integram os monitores de computadores e televisores. Normalmente são compostos por três partes: tela ou painel (parte da frente), funil e pescoço (parte de trás). Os vidros que compõem os monitores de computador ou de televisão contêm elementos perigosos, tais como chumbo, estrôncio e bário. São vidros completamente amorfos e apresentam uma distribuição granulométrica com partículas finas. O estudo da reciclagem de monitores de computador torna-se importante visto que cerca de 45% dos materiais existente em um monitor são compostos de vidro. Trata-se de um material 100% reciclável e que pode ser totalmente reaproveitado e/ou reciclado, diminuindo assim a quantidade de resíduos depositados no meio ambiente. Utilizando as técnicas de Fluorescência de raios-X (FRX), Difração de raios-X (DRX) e Distribuição granulométrica, as amostras de resíduos provenientes dos CRTs de monitores de computadores foram caracterizadas, com o objetivo de serem propostas alternativas tecnológicas e ambientais para a reciclagem destes. Concluiu-se que os CRTs dos monitores do computador detêm grande potencial para serem reciclados, uma vez que os vidros dos CRTs apresentam grande quantidade de óxido de silício, componente essencial para a formação da rede vítrea.

Palavras-chave: Caracterização; tubos de raios catódicos; vidros; reciclagem.

Abstract:

Known as kinescopes, Cathode Ray Tubes or popularly "picture tubes" are globally identified for CRT (Cathode Ray Tubes) and integrate the monitors of computers and televisions. They are usually composed by three parts: screen or panel (front), funnel and neck (back). The glasses that compose the computer or television monitors contain dangerous elements, such as lead, strontium and barium. They are completely amorphous glasses and present a granulometric distribution with fine particles. The study of computer monitors recycling becomes important sees that about 45% of materials in a monitor are composed of glass. It is treat of a material 100% recyclable and that can be totally reused and/or recycled, reducing the amount of residues deposited in the environment. Using techniques of X-Ray Fluorescence (FRX), X-Ray Diffraction (DRX) and Granulometric Distribution, samples of residues originate from CRTs of computers monitors were characterized, with the objective of technological and environmental alternatives be proposed to their recycling. It was concluded that monitors of the computer CRTs present great potential to be recycled, once that CRTs glasses present great amount of silicium oxide, essential component to the formation of vitreous net.

Keywords: Characterization; Cathode Ray tubes; glass; recycling.

1. Introdução

Quando um material usado (carro, jornal ou computador, por exemplo), alcança o fim do seu ciclo de vida, perde valor econômico e torna-se um resíduo [1].

Lixo eletrônico é a denominação genérica para todo tipo de descarte de equipamento eletroeletrônico. Com o aumento contínuo na produção e consumo de eletrônicos, a quantidade

desse tipo de lixo gerado a cada ano torna-se um problema cada vez maior. O lixo eletrônico não pode ser descartado junto com o lixo comum, pois o grande número de elementos tóxicos pode contaminar o meio ambiente. Além disso, qualquer eletrônico é, por definição, um objeto recheado de conhecimento aplicado e, muitas vezes, descartá-lo é desperdiçar esse conhecimento [2].

*Email: normalimam@ig.com.br (N. M. O. Lima)

O problema do lixo eletrônico começa com a produção e o consumo. Com o auxílio da mídia especializada, a indústria de eletroeletrônicos se esforça para criar a ilusão de obsolescência e, com isso, convencer as pessoas de que torna-se necessário trocar seus computadores, celulares, câmeras e outros equipamentos em períodos cada vez mais curtos. Além disso, a indústria também adota práticas predatórias no processo produtivo, tais como mão de obra precária, uso de matéria primas extraídas sem levar em consideração os impactos social e ambiental [3].

A todo o momento surgem computadores mais velozes, telefones cada vez menores, equipamentos de multimídia com maior capacidade de armazenagem e outras tecnologias. Tudo isso seria maravilhoso se o destino de grande parte dos equipamentos ultrapassados não fosse o ambiente [4].

Conhecidos como cinescópios, os Tubos de Raios Catódicos ou popularmente “tubos de imagem” são identificados mundialmente pela sigla CRT (*Cathode Ray Tubes*) e integram os monitores de computadores e televisores. Normalmente composto por três partes que são: tela ou painel (parte da frente), funil e pescoço (parte de trás), Figura 1 [5].

Existem caminhos diferentes para a reciclagem do vidro do CRT: o circuito fechado de reciclagem e o circuito aberto de reciclagem [6]. Existem, também, várias aplicações com potencial para os vidros do CRT, tais como tijolos e telhas, fabricação de cerâmica, em espuma de vidro para isolamento, fabricação de novos CRTs e como material na fundição de metais. No circuito fechado de reciclagem, os CRTs são utilizados para produção de novos CRTs, enquanto que, no circuito aberto de reciclagem os vidros do CRTs, são utilizados para outras aplicações e produção de outros produtos [7, 8, 9].

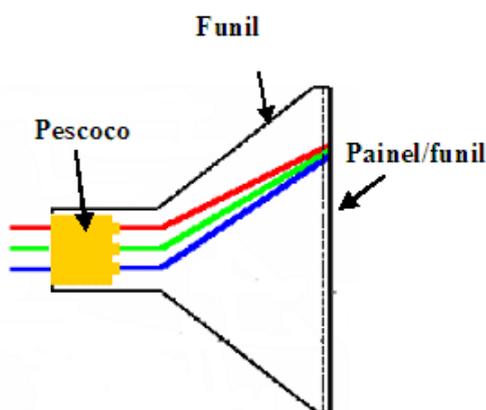


Figura 1: Esquema do CRT [9]

Os vidros que compõem os monitores de computador ou de televisão contêm elementos perigosos (chumbo, estrôncio e bário) e pesam entre 45% e 85% do peso total de um monitor [7], tendo os resíduos destes vidros um grande potencial de reaproveitamento e de reciclagem.

A análise química dos vidros dos tubos de raios catódicos indica que este material apresenta composições químicas completamente diferentes [9].

Diante do exposto, este trabalho objetiva a caracterização dos resíduos vítreos provenientes dos CRTs dos monitores de computadores, visando propor alternativas tecnológicas e ambientais para a reciclagem dos mesmos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

Para realização da pesquisa foram utilizados os resíduos vítreos provenientes do tubo de raio catódico de monitores de computadores, sendo estes retirados da tela (painel) e do funil. O resíduo vítreo foi proveniente de computadores em desuso, oriundos da coleta seletiva realizada pela Cooperativa de Trabalhadores de Materiais Recicláveis – COTRAMARE, no município de Campina Grande/PB.

2.2 Métodos

Com o objetivo de estudar as propriedades espectroscópicas e morfológicas dos Tubos de Raios Catódicos (CRTs), foram utilizadas as seguintes técnicas de caracterização: Fluorescência de raios X (FRX), Difração de raios X (DRX) e Distribuição granulométrica.

2.2.1 Fluorescência de raios X (FRX)

As análises químicas dos vidros (painel e funil) foram realizadas por fluorescência de raios X pelo método do semiquantitativo, em forma de pó, sob atmosfera a vácuo, colimador 10 mm. O equipamento utilizado foi o modelo EDX-720 marca SHIMADZU pertencente ao Laboratório de Caracterização de Engenharia de Materiais/CCT/UFPG.

2.2.2 Difração de raios X (DRX)

A análise de difração de raios X foi realizada em um equipamento difratômetro de raios X da SHIMADZU, modelo XRD-6000 com radiação de $\text{CuK}\alpha$ e comprimento de onda $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$, que opera a uma voltagem de 40KV com 30mA de corrente. A amostra em forma de pó (#200) foi analisada em um intervalo de varredura de 2θ , entre 10 e 70 graus, a uma taxa de $2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$.

Este ensaio foi realizado no Laboratório de Caracterização de Materiais, da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais, da Universidade Federal de Campina Grande.

2.2.3 Distribuição granulométrica

Para a realização da distribuição granulométrica, foi utilizada a técnica de classificação de partículas por difração a laser. Os vidros da tela e do funil foram peneirados em peneiras de malha 200, ABNT. O equipamento utilizado foi um Granulômetro a laser, modelo CILAS 1064 Líquido. Estas

análises foram realizadas no Laboratório de Caracterização de Engenharia de Materiais/CCT/UFMG.

3. Resultados e Discussão

3.1. Fluorescência de raios X (FRX)

Na análise de Fluorescência de raios X foram identificadas as composições químicas em porcentagem (%) de óxidos presentes nos vidros provenientes da tela e do funil dos monitores de computador.

A Tabela 1 apresenta os resultados das composições químicas dos vidros da tela e do funil.

Tabela 1: Composição Química dos vidros provenientes da tela e do funil (óxidos, %), existentes nos vidros, por meio da técnica de fluorescência de raios X

Óxidos	Vidros Tela (%)	Vidros Funil (%)
SiO ₂	59,89	48,63
BaO	10,75	0,35
SrO	7,71	0,28
K ₂ O	6,92	7,96
Na ₂ O	6,64	5,15
Al ₂ O ₃	3,20	2,65
ZrO ₂	1,97	0,00
CaO	1,43	3,62
P ₂ O ₅	1,28	0,00
Sb ₂ O ₃	0,11	0,00
Fe ₂ O ₃	0,06	0,00
Rb ₂ O	0,02	0,06
PbO	0,00	29,47
MgO	0,00	1,79
ZnO	0,00	0,02
CuO	0,00	0,02

Pode-se observar que os vidros da tela e do funil analisados apresentam composições químicas diferentes, sendo o óxido de silício (SiO₂), o componente de maior percentual nestes vidros (59,89% e 48,63% para tela e funil, respectivamente). O óxido de silício é o responsável por formar a rede vítrea. O óxido de alumínio (Al₂O₃) é estabilizante e usado para da resistência ao vidro e o resultado da análise mostrou um percentual de 3,20% no vidro de tela e 2,65% no vidro de funil. Os óxidos dos metais alcalinos e metais alcalinos terrosos (óxidos de sódio, cálcio, e potássio) foram encontrados nos vidros da tela e do funil, funcionando como modificadores de rede e sendo responsáveis por romper a estrutura vítrea, diminuindo assim a viscosidade do vidro. O funil apresentou 29,47% de óxido de chumbo (PbO), não sendo encontrado nenhum percentual na tela. O PbO é usado no funil para absorver os raios ultravioleta e raios-X, produzidos pelo canhão de elétrons que fica na parte traseira do tubo de raio catódico.

A tela apresenta quantidades significativas de óxido de bário (10,75 %) e óxido de estrôncio (7,71 %). Tais óxidos aumentam a transparência e resistência elétrica do vidro.

3.2. Difração de raios X

As Figuras 2 e 3 apresentam os Difrátogramas das amostras dos resíduos vítreos provenientes da tela e do funil.

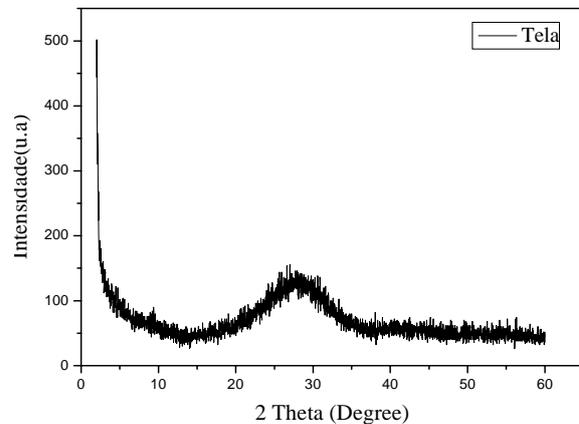


Figura 2: Difrátograma de raios X do resíduo vítreo proveniente da tela

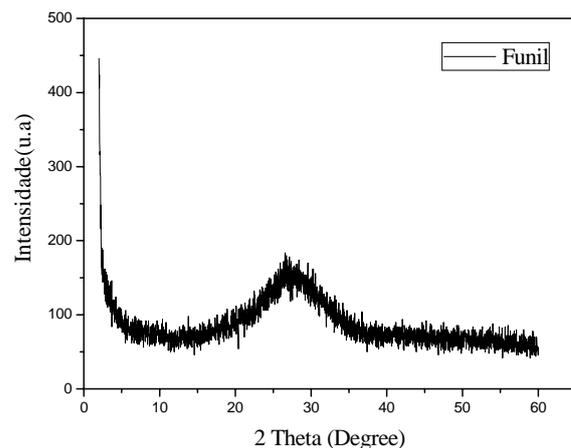


Figura 3: Difrátograma de raios X do resíduo vítreo proveniente do funil

Através das curvas difratométricas das amostras dos resíduos vítreos provenientes da tela e do funil, observa-se que os resultados mostraram-se similares para ambos os resíduos, com ausência de fases cristalinas, apresentando uma banda típica amorfa em torno de 27°, proveniente da presença de sílica nas amostras.

3.3. Distribuição granulométrica

As Figuras 4 e 5 apresentam as curvas granulométricas dos resíduos vítreos da tela e do funil, respectivamente.

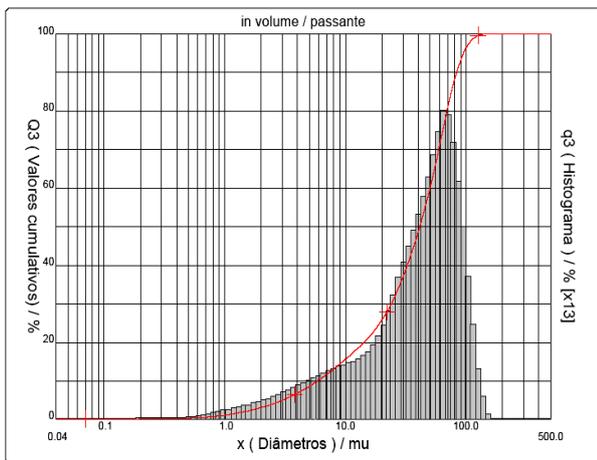


Figura 4: Distribuição granulométrica de partículas dos resíduos vítreos do funil

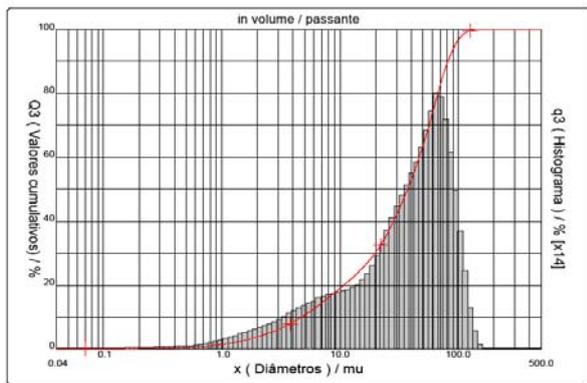


Figura 5: Distribuição granulométrica de partículas dos resíduos vítreos da tela

Os resíduos vítreos da tela e do funil apresentam uma distribuição de partículas finas. As Figuras 5 e 6 mostraram-se semelhantes, com partículas maiores que 100 μm , tendo como tamanho médio das partículas para 10, 50 e 90%, e diâmetros de 5,87, 41,20 e 83,38 μm , respectivamente, sendo esses valores iguais para as amostras provenientes do funil e da tela.

4. Conclusões

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que os CRTs dos monitores do computador detêm grande potencial para serem reciclados, uma vez que os vidros dos CRTs apresentam grande quantidade de óxido de silício, o qual é responsável por formar a rede vítrea.

Com a utilização dos resíduos vítreos provenientes dos CRTs dos computadores para a obtenção de peças vítreas, contribui-se para a preservação ambiental visto que encontra-se destinação para os resíduos que poderiam ser lançados diretamente na natureza e diminui-se a extração de minérios.

Agradecimentos

Agradecemos a realização deste trabalho à CAPES e ao programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UFCG.

Referências

- [1] Veit, H. M.; Bernardes, A. M.; Bertuol, D. A. P.; Oliveira, C. T. Utilização de processo mecânicos eletroquímicos para a reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas. Revista escola de minas - Metalurgia & Materiais, v.16, p.1-10, n 2, Ouro Preto, abril/junho 2008.
- [2] Ferreira, J. M. B.; Ferreira, A. C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia. V III, n. 3. P.157-170, 2008.
- [3] Rosa, A. Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais, 2007. Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>. Acesso em 02 de abril de 2010.
- [4] Gonçalves, B. S. B. Impacto do Lixo Tecnológico no Ambiente, 2007. Disponível em <<http://www.impactodlixotecnologicoambiente.com.br>>. Acesso em 02 de abril de 2010.
- [5] Méar, F.; Yot, P.; Combon, M.; Ribes, M. The characterization of waste cathode-ray tube glass. Journal Waste Management Society- Elsevier, v.26, p.1468-1476, 2006.
- [6] Mostaghel, S.; Samuelsson, C. Metallurgical use of glass fractions from waste electric and electronic, Journal Waste Management Society- Elsevier, v.30, p.140-144, 2010.
- [7] Dondi, M.; Guarini, G.; Raimondo, M.; Zanelli, C. Recycling PC and TV waste glass in clay bricks and roof tiles. Journal Waste Management Society- Elsevier, Italy, v.29, p.1945-1951, Jan.2009.
- [8] Andreola, F.; Barbieri, L.; Corradi, A.; Lancelloti, I.; Falcone, R.; Hrwglic, S. Glass-ceramics obtained by the recycling end life cathode ray tubes glasses. Journal Waste Management Society- Elsevier, Italy, v.25, p.183-189, December 2005.
- [9] Marron, C. E.; Suguro, R.; Marim, R. História, Evolução e Tecnologia dos Monitores. Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2008. Disponível em: <www.ic.unicamp.br>. Acesso em 02 maio 2010.