



Tema: Gestão de meio ambiente e recuperação e tratamento de rejeitos

PROCESSAMENTO MECÂNICO DAS PLACAS MÃES DE COMPUTADORES*

Mônica Maria Jiménez Correa¹
 Jorge Alberto Soares Tenório²
 Denise Croce Romano Espinosa³

Resumo

A geração de resíduos sólidos tem se convertido em um problema para a sociedade. Milhões de toneladas de resíduos sólidos são produzidos diariamente no mundo causando numerosos problemas ambientais e sociais. Além disso, o acelerado consumo junto com o avanço tecnológico e o curto ciclo de vida dos produtos têm elevado a quantidade e complexidade dos resíduos sólidos descartados, tornando a situação ainda mais complicada. Nas últimas duas décadas, a indústria de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) tem acelerado sua produção vertiginosamente, tendo como resultado o subsequente aumento na geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Os REEE apresentam na sua composição materiais tóxicos e se descartados irregularmente, podem contaminar o meio ambiente e causar danos à saúde pública. Por outro lado, a sua reciclagem é um assunto que merece atenção especial, não só do ponto de vista de tratamento de resíduos, mas também do ponto de vista econômico. A fim de contribuir com a reciclagem e a diminuição dos resíduos sólidos, o presente trabalho pretende apresentar um estudo do processamento mecânico das placas mães de computadores descartados, visando recuperar o cobre, o níquel e o zinco presentes no resíduo.

Palavras-chave: Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; Reciclagem; Processamento mecânico; Placas de circuito impresso.

MECHANICAL PROCESSING OF PRINTED CIRCUIT BOARDS FROM COMPUTERS

Abstract

The solid waste generation has turned into a problem for society. Million tons of solid wastes are produced daily in the world. This waste kind can affect human health and the surround environment. Moreover, the accelerated consumption combined with the technological progress and the short life-cycle of products has increased the solid waste generation. In the last two decades, the electrical and electronics equipment (EEE) industry has accelerated its production, then, the generation of waste electrical and electronic equipment (WEEE) has climbed too. The WEEE contains toxic material. If it discarded illegally could contaminate the environment and cause damage to the public health. On the other hands, its recycling is an important subject of study, not just from the point of view of the waste treatment but also of the economic aspect. In order to contribute with the recycling and solid waste decrease, this work presents a study of mechanical processing of the computers printed circuit boards (PCB's) for recovery of copper, nickel and zinc.

Keywords: Waste electrical and electronic equipment; Recycling; Mechanical processing; Printed circuit boards.

¹ Engenharia metalúrgica e de materiais, Mestrando, estudante de mestrado, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.

² Engenharia metalúrgica, Professora Associada, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento, São Paulo, São Paulo, Brasil.

³ Engenheiro Metalurgista, Professor Titular da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento, São Paulo, São Paulo, Brasil.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Entre os resíduos sólidos urbanos produzidos se encontram os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, os quais merecem uma atenção especial ao fim do seu ciclo de vida. Na sua composição, os resíduos eletroeletrônicos possuem substâncias que, devido às suas características de periculosidade, merecem um tratamento especial. Portanto, quando esses resíduos são descartados incorretamente, podem ocasionar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Além disso, alguns materiais presentes nos equipamentos eletroeletrônicos possuem valor econômico, e podem ser reaproveitados através de processos de tratamento projetados para esse fim [1].

Atualmente, existe no Brasil a Lei 12.305 (2/08/2010) - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual estabelece normas sobre a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. A Lei retrata a disposição final destes rejeitos, tendo como objetivos principais a gestão integrada dos diversos tipos de resíduos gerados, a diminuição do uso dos recursos naturais, a intensificação de ações na educação ambiental e o aumento da reciclagem no país [2].

O presente estudo pretende apresentar um estudo do processamento mecânico das placas mães de computadores descartados, visando recuperar o cobre, o níquel e o zinco presentes no resíduo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As placas mães de computadores descartados foram doadas pelo Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da Universidade de São Paulo (CEDIR).

Para a realização do trabalho foram obtidos cerca de 13 kg de placas mães de computadores de diferentes modelos, marcas e anos de fabricação. A Figura 1 mostra alguns tipos de placas usadas no presente estudo.



Figura 1. Placas mães de computadores descartados antes do processamento mecânico.

A seguir as placas foram desmontadas manualmente e materiais como baterias, e parafusos foram retirados. Após da segregação das placas de circuito impresso, foram realizadas operações unitárias de tratamento mecânico de minérios, como é ilustrado na Figura 2.

* *Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.*

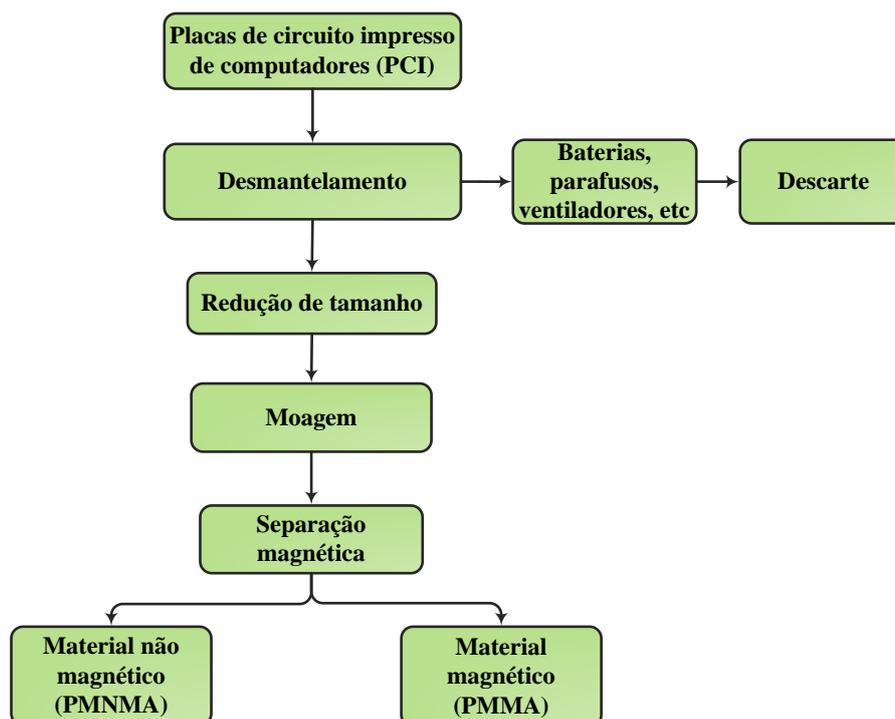


Figura 2. Processamento mecânico das placas de circuito impresso de computadores descartados.

No início do processamento mecânico, as placas de circuito impresso desmanteladas foram cortadas em uma guilhotina manual em partes de aproximadamente 10x10cm, com o propósito de reduzir seu tamanho e assim conseguir a alimentação no moinho de facas [3].

A seguir as placas mães cortadas passaram para a fase de cominuição, a qual foi realizada em duas etapas [4]. A primeira etapa foi feita num moinho de facas, marca Rone modelo FA 2305, usando grelha de 9 mm. Em seguida, as placas cominuídas na primeira fase ingressam à segunda etapa, onde foi realizada uma moagem num moinho de martelos, marca Astecma modelo MDM 18/18, utilizando-se uma grelha de 6 mm seguida de grelhas de 4mm e 2 mm.

Do material moído, aproximadamente 1kg foi separado para caracterização.

Com o restante do material cominuído foi feita uma separação magnética em separador de tambor via seca, marca Inbras modelo HFP-RE 15x12. A fim de se obter a separação dos materiais, as condições usadas na programação do o equipamento foram:

- 25 % de vibração de alimentação;
- Velocidade de rotação do rolo magnético: 27,6 rpm.

Após a separação magnética foram obtidas duas frações, as quais foram denominadas fração magnética e fração não magnética. Essas duas frações junto com o material separado antes da separação magnética foram levadas para quarteamento, com um quarteador marca Marconi, modelo MA065, ate obter frações entre 20g e 25g [5,6].

Finalmente foi escolhida uma amostra de cada fração de resíduo, antes e depois da separação magnética, para realizar ensaios de digestão em água régia e perda ao fogo, visando determinar a quantidade de metais, polímeros e cerâmicos constituintes das placas mães.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desmantelamento e Moagem

Na etapa de desmantelamento manual das placas mães de computadores descartados foi retirado 9,7% em peso do material coletado.

Já na etapa de cominuição, a perda do material no processo foi 16%, pois durante a operação os fragmentos mais finos e leves são expelidos pelo moinho de facas e de martelos. Este valor é aceitável para o processo empregado, uma vez que foram usadas um total de 4 grelhas diferentes e é admitida uma perda de até 5% do material por grelha.

3.2 Separação Magnética

Após a separação magnética foi realizado o balanço de massa do material, com o propósito de determinar a porcentagem da fração magnética e não magnética presentes nas placas de circuito impresso de computadores descartados.

Na Figura 3 é apresentada a porcentagem do material magnético e não magnético contido nas placas mães de computadores após a moagem e a separação magnética.

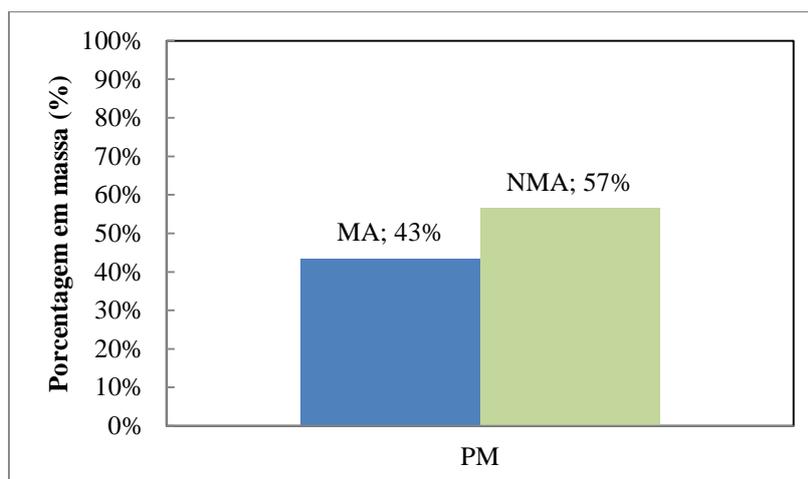


Figura 3. Composição das frações de placas mães de computadores após separação magnética. PM: placa mãe, NMA: material não magnético, MA: material magnético.

A separação magnética pretende, principalmente, separar o ferro das placas mães de computadores a fim de evitar a interferência que este ocasiona em operações posteriores de lixiviação ácida. Contudo, a fração magnética pode conter metais como cobre, alumínio, zinco e outros, já que na etapa de cominuição os metais presentes nas placas mães de computadores poderiam não ter sido liberados completamente. Da mesma forma, o material não magnético pode conter ferro como contaminante.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

3.3 Caracterização

Logo após o processamento mecânico, foi feita a etapa de caracterização das placas mães de computadores com o propósito de determinar as composições dos materiais presentes em todas as frações obtidas antes e depois da separação magnética.

Conforme a Tabela 1, os ensaios de digestão em água régia permitiram calcular a porcentagem de metais presentes na amostra, enquanto os ensaios de perda ao fogo permitiram calcular a porcentagem de polímeros e cerâmicos das placas.

Tabela 1. Determinação dos diferentes tipos materiais presentes nas placas mães de computadores

Ensaio	Material identificado após de ensaio	Calculo da quantidade de cada tipo de material
Digestão em água régia	Metais	Metais= Material lixiviado em água régia
Perda ao fogo	Polímeros	Polímeros= Material perdido no ensaio de perda ao fogo.
	Cerâmicos	Cerâmicos= Material obtido após o ensaio de perda ao fogo.

Os resultados obtidos nos ensaios de lixiviação em água régia e perda ao fogo de cada fração gerada no processamento mecânico das placas mães de computadores descartados são apresentados na Figura 4.

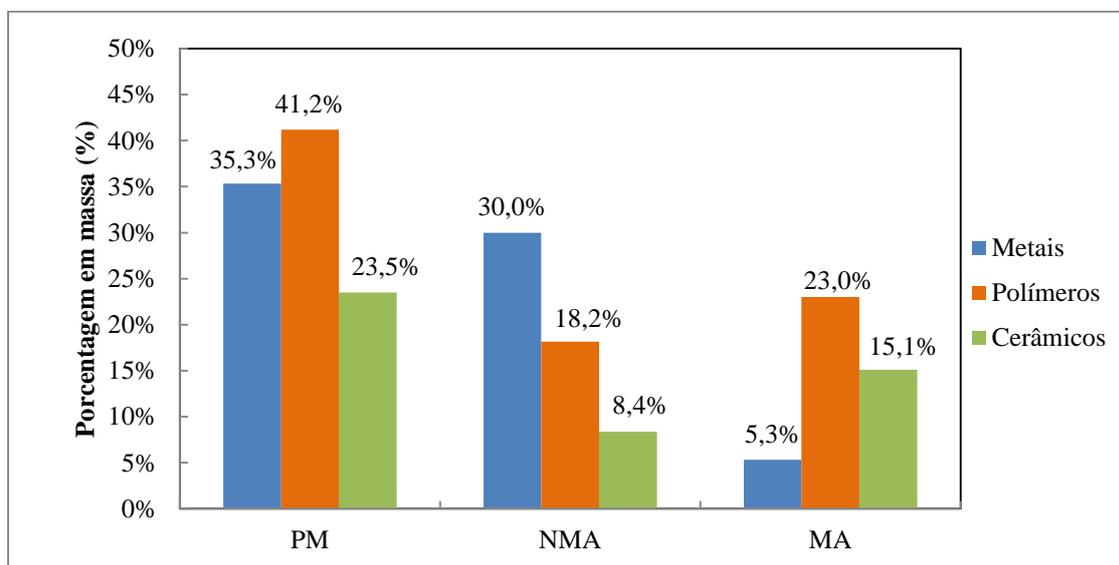


Figura 4. Composição das frações das placas mães de computadores (% em massa) PM:material antes da separação magnética, NMA: material não magnético, MA: material magnético.

Como pode ser observado na Figura 4, os metais foram concentrados na fração não magnética. Já os materiais poliméricos foram distribuídos em

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



proporções similares entre a fração magnética e não magnética. Entretanto, aproximadamente 65% dos cerâmicos foi concentrado na fração magnética.

4 CONCLUSÃO

Depois de realizado o processamento mecânico e a caracterização das placas mães de computadores pode-se concluir que:

- Na etapa de cominuição de placas mães de computadores descartados se obteve 16% em peso de perdas do material, principalmente das partículas mais finas e leves.
- A separação magnética conseguiu separar as placas mães de computadores descartados em duas frações, uma fração magnética que constitui 43% em massa do resíduo e uma fração não magnética que representa o restante, 57%.
- As placas de mães de computadores descartados são constituídas por 23,5% de materiais cerâmicos, 35,3% de materiais metálicos e 41,2% de materiais cerâmicos.
- A fração não magnética concentrou 85 % em massa dos metais que compõem a placas mães de computadores descartados. Entretanto, aproximadamente 65% dos cerâmicos foi concentrado na fração magnética. Já o material polimérico foi distribuído nas duas frações, obtendo-se 44% na fração não magnética e 56% na fração magnética.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP (Fundação de Amparo a pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro providenciado no desenvolvimento do presente estudo, a través do projeto 2012/20350-3 de bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

- 1 UNEP. Call for Global Action on E-waste. Nairobi: United Nations Environment Programme; 2006.
- 2 Política Nacional de Resíduos Sólidos. In :Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. 2012, Câmara dos deputados: Brasília. p. 71.
- 3 Guo C, Wang H, Liang W, Fu J, Yi X. Liberation characteristic and physical separation of printed circuit board (PCB). Waste Management. 2011;31(9-10):2161-66.
- 4 Wang Y-W, Meldrum FC. Additives stabilize calcium sulfate hemihydrate (bassanite) in solution. Journal of Materials Chemistry. 2012;22(41): 22055-062.
- 5 Moraes VTd. Recuperação de metais a partir do processamento mecânico e hidrometalúrgico de placas de circuito impresso de celulares obsoletos [tese de doutorado]. São Paulo: Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade de São Paulo; 2011.
- 6 Yamane LH, Moraes VT, Espinosa DCR, Tenório JAS. Recycling of WEEE: Characterization of spent printed circuit boards from mobile phones and computers. Waste Management. 2011;31(12):2553-58.

* *Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.*