

ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DOS COMPONENTES NÃO BIODEGRADÁVEIS DE MICROCOMPUTADORES.

Daniela Ramos Truzzi, Elizeu Trabuco, Jean Richard Dasnoy Marinho – Sub área – Química – Departamento de Química e Ciências Ambientais – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Campus de São José do Rio Preto.

Um dos problemas deste novo milênio é o gerenciamento da grande quantidade de lixo tecnológico, com contribuição significativa de computadores em desuso, uma vez que a vida útil dessas máquinas é significativamente pequena e sua fabricação tem aumentado nos últimos anos.

Neste trabalho, computadores foram desmontados de forma a separar as peças de acordo com o material de que eram constituídas. O material plástico foi submetido a estudos do poder poluidor, emprego de reagentes químicos, solubilidade e adesão microbológica. As peças contendo metais foram separadas de acordo com a aparência física

Ao estudar o poder poluidor verificou-se que o material plástico é auto-extinguível, pois quando submetido diretamente à chama esse inflama com certa facilidade, mas quando a chama é afastada o fogo se apaga.

Durante o contato direto com a chama e na presença de oxigênio, o material amolece, borbulha e carboniza, emitindo fumaça escura e fuliginosa, provavelmente devido à ocorrência de uma combustão incompleta dos componentes da peça plástica, (com uma provável liberação de monóxido de carbono), e que pode indicar a presença de material poluidor.

O material plástico moído apresentou certa solubilidade em clorofórmio, butanona, acetato de etila e acetona formando solução esbranquiçada com resíduo. No entanto, em etanol absoluto e em éter de petróleo não ocorreu solubilização.

O filme do polímero foi analisado por espectroscopia na região do infra-vermelho e seu espectro encontra-se na Figura 1.

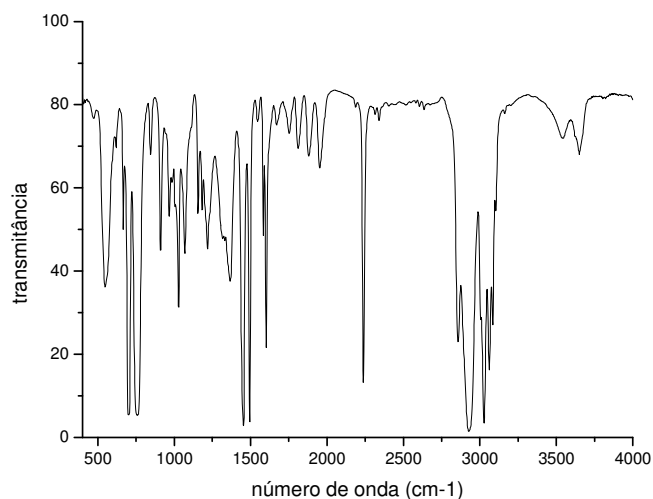


Figura 1. Espectro de infravermelho do material plástico da carcaça de computador.

O espectro obtido apresenta grande semelhança com o espectro do poliestireno (composto de monômeros de estireno), confirmando a presença do monômero estireno no material estudado. A existência de uma banda em aproximadamente 2250 cm^{-1} indica a presença de nitrila alifática, como por exemplo, a do monômero acrilonitrila.

O polímero também foi analisado por DSC, e a Figura 2 mostra o comportamento desse material frente à variação da temperatura, indicando dois pontos de transição vítrea, $115,6^{\circ}\text{C}$ e $172,2^{\circ}\text{C}$. A inflexão em $172,2^{\circ}\text{C}$ provavelmente está relacionada a adições (cargas e plastificantes) presentes no material estudado. Essas adições podem ter ocasionado algum desvio na temperatura de transição vítrea em $115,6^{\circ}\text{C}$ a qual se aproxima do copolímero de acrilonitrila-butadieno-estireno

(ABS) que ocorre em 112°C. No entanto, para confirmar a presença desse copolímero seria necessário realizar a análise de DSC a partir da temperatura de -70°C, uma vez que o copolímero de acrilonitrila-butadieno-estireno apresenta mais duas temperaturas de transição vítrea em -65,9°C e -40,6°C.

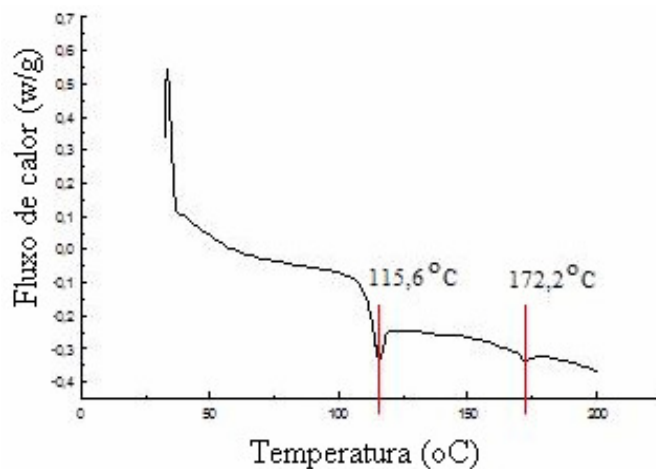


Figura 4. Curva de calorimetria exploratória diferencial do material plástico da carcaça de computador.

No estudo do emprego de reagentes químicos, o material plástico, ao ser posto em contato com ácido nítrico concentrado durante trinta dias, à temperatura ambiente, apresenta o aparecimento de pequenas bolhas em sua superfície, possivelmente resultado de alguma reação química que envolva a formação de NO_x .

No entanto, quando o conjunto plástico / ácido nítrico concentrado é aquecido até a fervura nota-se uma mudança na forma do material, que vai se tornando poroso à medida que a liberação de bolhas torna-se mais acentuada, e seu tamanho aumenta significativamente. Antes do aquecimento o plástico apresentava, em média, 3 milímetros de espessura, era duro e resistente quando pressionado, mas, após esse processo, passou a ter aproximadamente 6 milímetros, e tornou-se quebradiço (Figura 3).



Figura 3. Material plástico tratado com ácido nítrico concentrado (esquerda); comparação entre a espessura do plástico tratado com ácido nítrico concentrado (~6mm) e do sem tratamento (~3mm) (direita).

Com a finalidade de verificar se o material plástico apresentava comportamento semelhante em qualquer solução ácida, repetiu-se o procedimento com ácido clorídrico, no entanto a única modificação observada foi o escurecimento da camada superficial. Também foi testado o ácido acético glacial, porém o resultado obtido também diferiu do ocorrido com o ácido nítrico. Neste caso, o plástico mostrou-se parcialmente solúvel, provavelmente devido ao fato do ácido acético ser um ácido orgânico.

O filme do material tratado com ácido nítrico foi analisado em espectrômetro de infravermelho (Figura 4) com o objetivo de verificar a possibilidade de modificações químicas que resultassem na modificação física do material, no entanto ao comparar o espectro obtido com o da

Figura 1, espectro do material plástico sem tratamento com o ácido, não foram encontrados indícios de modificações químicas, uma vez que os espectros são praticamente semelhantes.

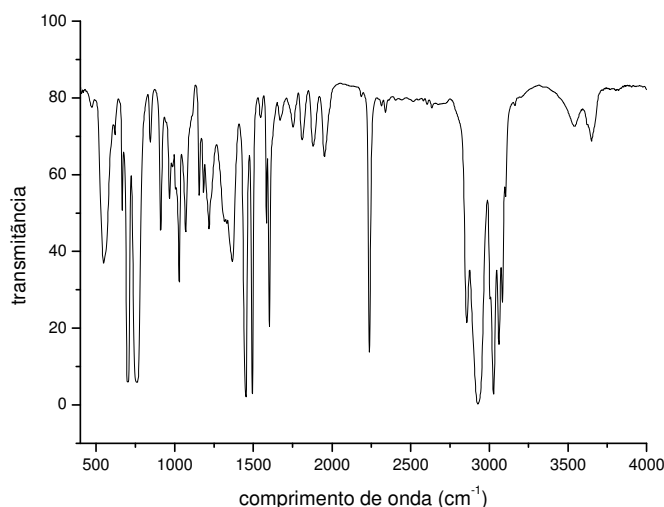


Figura 4. Espectro do material plástico da carcaça de computador tratado com ácido nítrico concentrado.

No plaqueamento do fungo *Phanerochaete chrysosporium* e a adição do material plástico moído verificou-se que não ocorreu a formação do halo de inibição, porém houve crescimento daquele fungo. Além disso, observou-se o aparecimento de outras colônias, evidenciado por diferença na coloração (Figura 5), o que indica a possibilidade de ocorrer adesão microbiana. O crescimento de outros fungos, e não apenas do fungo em estudo, se deu, provavelmente devido ao fato de o material plástico moído ter sido utilizado sem prévia esterilização.

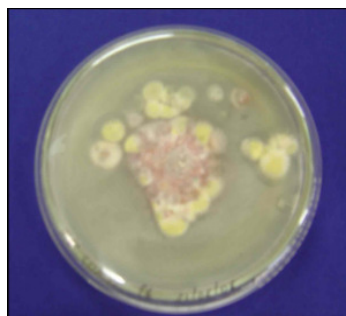


Figura 5. Crescimento de do fungo *Phanerochaete chrysosporium* e outros fungos sobre o material plástico moído três dias após o plaqueamento.

O revestimento externo do CPU e algumas peças como *drive*, são basicamente compostas de alumínio e podem ser separadas facilmente e recicladas. Revestindo o canhão do monitor há aproximadamente 350g de cobre, que também pode ser recuperado por meio de processos já utilizados atualmente.

Também são encontrados metais ou ligas metálicas nas placas internas do CPU. Elas foram submetidas ao contato direto com o fogo para queima dos componentes plásticos e obtenção dos metais fundidos. Entretanto, os capacitores, que são revestidos por alumínio possuem, em seu interior, um tipo de gel que, quando aquecido, liberam produtos gasosos os quais podem causar pequenas explosões. Dessa forma, as placas precisam passar por um processo de moagem para evitar a pressão no interior dos capacitores e subseqüentes explosões que podem ocasionar acidentes.

Referências Bibliográficas

- AROLA DF; Allen LE; Biddle MB; “Evaluation of Mechanical Recycling Options for Electronic Equipment”, Proceeding of the IEEE Symposium on Electronics and the Environment, maio de 1999.
- BIDDLE MD; Mann R; “Recipe for Recycling”, IEEE Spectrum, agosto de 1994.
- MARINHO, Jean Richard Dasnoy; ‘Macromoléculas e Polímeros’, editora Manole, 2005.

Bolsa: PIBIC/Reitoria e PIBIC/CNPq