

RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE VIDRO: QUALIDADE DOS CACOS É FUNDAMENTAL - PARTE II

*Sylvio Alves Ortiz
Sílvia Tondella Dantas*

Dando continuidade ao artigo publicado no Informativo CETEA v.9, n.2 de março/abril de 1997, apresentamos uma descrição das principais tecnologias atualmente utilizadas ou em fase de desenvolvimento, para promover a separação automática de contaminantes presentes no caco oriundo da reciclagem de embalagens de vidro.

De forma geral, segundo WOODS (1994), as tecnologias visam o aproveitamento, em escala econômica, dos cacos misturados disponíveis no mercado. Novos sistemas de detecção permitem a separação automática de contaminantes como vidro de janela, tampas de frascos, potes e garrafas, plásticos (tampas e garrafas), rótulos, em geral de papel, materiais cerâmicos em geral, inclusive a porcelana de uso doméstico. Outras unidades podem detectar fragmentos de vidro coloridos presentes no caco incolor, efetuando a separação automática dos mesmos.

De acordo com o relatório preparado por GAINES E MINTZ (1994) uma típica planta de beneficiamento de cacos tem um processo que utiliza escolha manual, conforme descrito a seguir. A unidade em questão está localizada em Montgomery County, Maryland, nos E.U.A. e processa 100t/dia de resíduos sólidos e produz cerca de 1.350t/mês de cacos beneficiados. A proporção média dos contaminantes eliminados no processo é de 10%, excluindo papel. Apresenta-se a seguir uma breve descrição deste processo, conforme ilustrado na Figura 1.

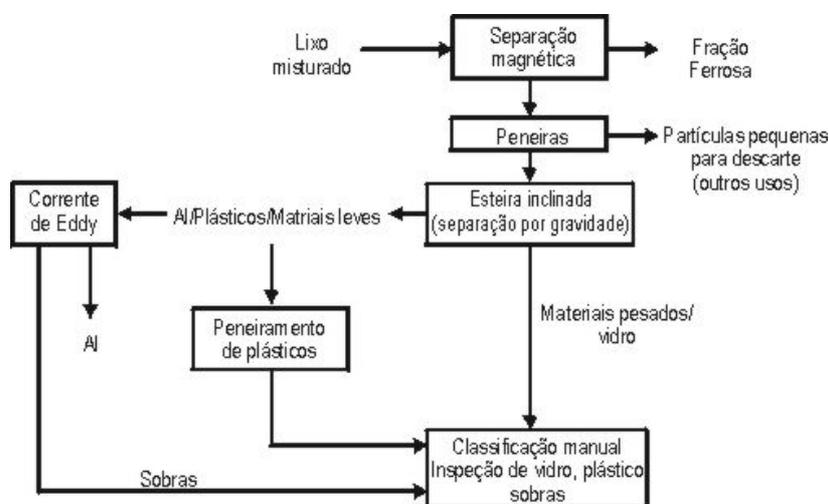


FIGURA 1. Diagrama do processo de beneficiamento de resíduos nos E.U.A. (GAINES E MINTZ, 1994).

Na área de recepção, os caminhões descarregam o resíduo sólido, contendo embalagens de vidro, plásticas e metálicas. Carregadores cilíndricos empurram o material para um alimentador com correia transportadora. Esta correia transporta o material misturado para uma área de seleção, com velocidade controlada por computador, de modo a garantir um fluxo estável e contínuo.

Na plataforma de pré-seleção, os funcionários removem materiais não recicláveis (contaminantes), os quais foram incluídos involuntariamente. Eles também fazem a remoção de produtos que contêm folha de alumínio e os depositam em contentores específicos.

Um potente eletroímã remove o material metálico que contém ferro, incluindo embalagens de aço, revestidas com estanho e latas bimetálicas. Estas são compactadas e remetidas para as unidades de reutilização (sucata). A seguir, está instalada uma máquina de peneiramento automático, na qual os pequenos fragmentos de vidro ou de outros materiais são eliminados. Estes fragmentos misturados de vidro colorido podem ser utilizados para algumas aplicações específicas.

Uma mesa inclinada de seleção recebe as embalagens de vidro, latas de alumínio e embalagens plásticas. Cortinas rotatórias formadas por correntes promovem a separação física do alumínio e do plástico (materiais mais leves), posicionando-os nas laterais da mesa, enquanto o vidro, mais pesado, cai através das correntes e das escovas. Numa plataforma de seleção, os funcionários promovem a separação do vidro verde, âmbar e incolor, colocando-os em recipientes específicos. Também removem materiais cerâmicos, espelhos e vidro de janela, uma vez que as vidrarias não aceitam estes materiais no caco reciclado. A seguir, o vidro é enviado para uma outra planta, na qual é feito o processo de beneficiamento, obtendo-se o caco moído, com granulometria pré-definida e maior densidade, visando racionalizar o processo de transporte.

Um programa de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico descrito por DE SARO (1994), promoveu a avaliação e os testes de campo de dois sistemas especialmente desenvolvidos para separação de materiais cerâmicos e de não metálicos, presentes no vidro de embalagem reciclado.

Técnicas baseadas em instrumentos óticos foram selecionadas como as mais eficazes para separação de materiais cerâmicos, uma vez que tornaram-se comercialmente viáveis nas indústrias de alimentos e de produtos farmacêuticos. Mais recentemente, têm sido empregadas com sucesso, pelas vidrarias européias.

O processo mais utilizado consiste nas etapas ilustradas na Figura 2. O vidro é introduzido num alimentador vibratório, o qual distribui o material por toda a área do dispositivo. A seguir, o vidro desliza para uma placa metálica, posicionada abaixo, cujo ângulo de inclinação é ajustado para que o material forme uma única camada, sem muita movimentação. Na parte inferior da placa inclinada, o vidro passa pelo detector, o qual consiste de uma fonte de luz pulsante na parte superior, fotodiodos na parte inferior e uma placa de vidro entre os dois. A luz passa através do vidro ou é bloqueada pelos pedaços de materiais opacos, como fragmentos de cerâmica. Bicos de ar posicionados logo abaixo destes dispositivos são automaticamente acionados quando o material opaco é detectado, expulsando-o imediatamente.

Este sistema elimina também rótulos revestidos com alumínio, fragmentos de chumbo e de outros materiais amassados, desde que tenham dimensão superior a 6mm.

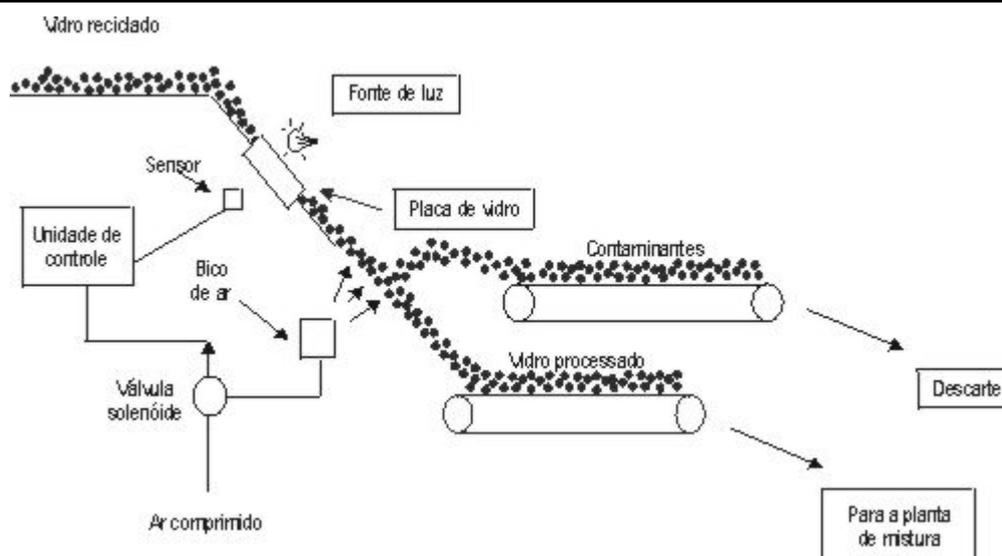


FIGURA 2. Representação esquemática do processo de separação de materiais cerâmicos (DE SARO, 1994).

Um bom exemplo de tecnologia disponível nos Estados Unidos da América para separação de materiais cerâmicos, denomina-se ELKE (DE SARO, 1994; WOODS, 1994) e foi desenvolvida pela Magnetic Separation Systems, Inc. (MSS, Nashville, Tenn.). Neste caso, a detecção de contaminantes opacos e cacos de diferentes cores é feita com raios de luz infra-vermelha de alta densidade, ao invés da luz a laser, como em outros equipamentos. Existem dois modelos do ELKE, que podem trabalhar com capacidade para 6 ou 12t/h, operando com cacos cujas dimensões variam de 1 a 5cm, ou remover fragmentos de materiais cerâmicos de até 1cm, com eficiência mínima de 90% e perdas de 1 a 2% de vidro.

Com relação aos detectores para remoção automática de materiais metálicos não ferrosos, DE SARO (1994) enfatiza a necessidade de reduzir as altas perdas de vidro por arraste, mencionando sistemas mais modernos e mais eficientes. Entretanto, estes equipamentos são maiores, mais caros e apresentam algumas restrições de operação.

Como exemplo, pode ser mencionada uma tecnologia também oferecida pela MSS, denominada ELPAC. Trata-se de um processo cuja diferenciação em relação a outros inúmeros sistemas que eliminam metais não-ferrosos é a redução na quantidade de vidro arrastada, chegando ao excelente valor máximo de 0,5%, comparado aos valores normais de 5 a 8%. Segundo os fabricantes, este melhor desempenho é atribuído ao posicionamento exclusivo dos bicos extratores. Como principal restrição, este equipamento não remove objetos metálicos maiores, devido à limitada força de remoção dos bicos. Como verificado na Figura 1, o equipamento de remoção dos materiais metálicos não-ferrosos é posicionado antes do sistema de eliminação dos materiais cerâmicos.

Neste tipo de equipamento, à medida em que os pedaços de materiais metálicos não-ferrosos (alumínio) passam sobre uma placa inclinada, um detector de corrente de Eddy percebe a alteração no campo elétrico e envia um sinal para o sistema de controle que memoriza a posição do material. A seguir, um micro-jato de ar com duração de 1/20 s é dirigido para o fragmento em queda, deslocando-o para um outro recipiente ou esteira. Segundo WOODS (1994), vários sistemas como este estavam sendo utilizados nos E.U.A., Japão, Canadá, Austrália e países da Europa.

Uma outra empresa, a S&S Electronics of America, Inc. também possui equipamentos similares para detecção de metais não-ferrosos. Para eliminar contaminantes cerâmicos, esta empresa utiliza dois feixes de laser, os quais são incididos sobre prismas rotativos, especialmente posicionados em relação ao fluxo de cacos em movimento. Os raios que atravessam os fragmentos de vidro são captados por fotodiodos especiais. Se houver bloqueio do feixe de laser devido à presença de materiais opacos, tais como cerâmicas, metais ou pedaços de plástico, a posição dos mesmos é instantaneamente registrada, seguindo-se a separação automática por jato de ar. Como principal restrição, é mencionada a grande quantidade de rótulos que permanecem nos cacos, devido à pouca espessura destes materiais, o que não permite o bloqueio da luz a laser.

Uma unidade especial deste equipamento está sendo testada na Alemanha, cuja principal característica é possibilitar a separação dos cacos de vidro misturados, de acordo com a sua cor. Isto é realizado com base na diferença de transmitância de luz característica de cada cor: da ordem de 90% para o vidro incolor, 85% para o vidro verde e 60% para o vidro âmbar. Dependendo da transmitância pré-determinada para cada fotodiodo, o sistema pode excluir por meio de jatos de ar sincronizados, qualquer caco que apresentar aquela opacidade (ou transmitância) característica. Esta aparente sofisticação tecnológica é essencial para recuperar quantidades significativas de vidro incolor, a partir da mistura de cacos com outras cores.

Os equipamentos produzidos pela S&S podem ter uma capacidade de operação de 12 a 20t/h.

Finalizando este artigo, um outro sistema utilizado para a remoção de materiais contaminantes é o Glassmax Greenfield (HOW..., 1994), o qual foi desenvolvido por meio de cooperação entre a Owens-Brockway Glass Containers, Inc. e a Remco, ambas dos E.U.A. Neste sistema, a redução efetiva do caco é obtida pelo esmagamento autogenético e diferencial, em conjunto com uma unidade de peneiramento de alta frequência. A planta em questão tem capacidade de 50t/h, produzindo caco na forma de pó com tamanho de partícula de até 16mesh. Com o esmagamento autogenético, o material é esmagado por suas próprias partículas, enquanto que com o esmagamento diferencial, partículas de diferentes densidades são esmagadas ou atuam diferentemente do material ao seu redor. Isto significa que quando o vidro e um outro material como alumínio, plástico e cerâmica, entram na câmara de esmagamento, eles não são moídos da mesma forma que o vidro. Estes outros materiais freqüentemente auxiliam o esmagamento do vidro, permanecendo, na maioria das vezes, intactos. Cantos e superfícies imperfeitas serão arredondadas, mas os pedaços destes outros materiais sairão do esmagador praticamente inalterados ou com tamanho maior que o das partículas de vidro. A mistura que sai da câmara de esmagamento é então separada numa peneira de alta frequência, sendo que o caco em pó passa pela peneira e o material de maior tamanho, que contém as partículas contaminantes, é retido e removido pelo sistema de purga.

Vários fatores devem ser considerados quando se faz uma análise destas tecnologias, destacando-se, por exemplo, as diferenças entre os fornos de fusão existentes nos E.U.A. e na Europa. Segundo WOODS (1994), os fornos norte-americanos possuem características que exigem partículas de vidro com menor tamanho (cacos com tamanho ideal de 0,5cm), enquanto na Europa, com instalações mais modernas, o caco reciclado tem como tamanho ideal 2,5cm. Neste último caso, com pedaços maiores de vidro, os sistemas automáticos de detecção e separação são mais eficientes. Contudo, estudos têm demonstrado que partículas de materiais cerâmicos na forma de pó, quando

introduzidas nos fornos de fusão não provocam problemas de perda de qualidade do vidro, devido às melhores propriedades de fusão (FEVE, 1996).

As exigências européias de um vidro reciclado de alta qualidade têm possibilitado maiores investimentos em sistemas e processos de beneficiamento de última geração. Recentemente, foi criada a ECOVIDRO, com o objetivo de assegurar que os programas de reciclagem do vidro atendam às exigências da Diretiva 94/62, ao mesmo tempo em que sejam mantidos os requisitos de qualidade das embalagens de vidro (FEVE, 1996), incluindo, naturalmente, a qualidade do caco reciclado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAINES, L.L., MINTZ, M.M. **Energy implications of glass - Container recycling**. Chicago: ANL/ESD, NREL/TP, March 1994. 69p.

EUROPEAN CONTAINER GLASS FEDERATION - FEVE. **Glass Gazette**, Brussels, n.22, p.1-8, set. 1996.

DE SARO, R. Removing contaminants from crushed glass containers. **Resource Recycling**, Portland, v.13, n.8, p.47-52, Aug. 1994.

WOODS, R. Automation: turning mixed cullet into cash. **Waste age**, v.25, n.1, p.53-54, 56, 58, 60, Jan. 1994.

HOW cullet can be used effectively as a raw material. **Glass Industry**, Riverton, Dec, 1994.