

RECICLAGEM DE VIDROS TECNOLÓGICOS

Alexandra Jacques Machado Xerxenevsky, Luis Henrique Alves Cândido
DEG - FA - UFRGS
Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) - DEMAT - EE - UFRGS

Introdução

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos revolucionaram a indústria dos eletroeletrônicos, impactando não somente no mercado, mas também em questões comportamentais da sociedade. Dessa forma, é possível perceber que tais equipamentos estão cada vez mais presentes no cotidiano, tornando-se, até mesmo, indispensáveis. Logo, aliado ao intenso estímulo ao consumo, a indústria lança constantemente no mercado novos aparelhos com as mais diversas funções e inovações. Entre os eletroeletrônicos, os *smartphones* permanecem com a supremacia de vendas, seguidos pelos *tablets* e os *phablets*, os *smartphones* com tela entre 5,5 e inferior a 7 polegadas (IDC, 2015), conforme Gráfico 1.

O vidro tecnológico, presente no interior e exterior de aparelhos eletroeletrônicos, representa um grande desafio para a reciclagem. A dificuldade ocorre uma vez que esse material apresenta película polimérica fortemente aderida com o intuito de garantir maior resistência mecânica e, assim, dificultar a ruptura das telas (CALDAS, 2012). Além disso, segundo Caldas (2012), o vidro na forma de pó não pode ser reaproveitado no próprio processo, pois há, também, possibilidade de formar bolhas no material devido ao grande volume de ar absorvido nas superfícies das partículas.

Tendo como referência o aumento crescente da produção e consumo de equipamentos com novas tecnologias, se faz necessário o desenvolvimento contínuo de pesquisas a cerca do pós-uso de tais aparelhos. Nesse sentido, orientado pelos princípios dos 3R's (CÂNDIDO), o presente trabalho buscou a reciclagem de vidros tecnológicos por meio da utilização de processo mecânicos, eliminando, assim, a ocorrência de químicos visando a aplicação desse rejeito em processos com maior potencial tecnológico, como por exemplo, transferência e isolamento térmico.

Materiais e Métodos

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as telas internas (externa de LCD) e externas (toque), obtidas por meio do desmontamento manual, com o auxílio de chaves de fenda e precisão, de dois tablets (Figuras 1 e 2). Os aparelhos, que já se encontravam em desuso, eram de diferentes marcas e possuíam tela capacitiva de 7 polegadas.

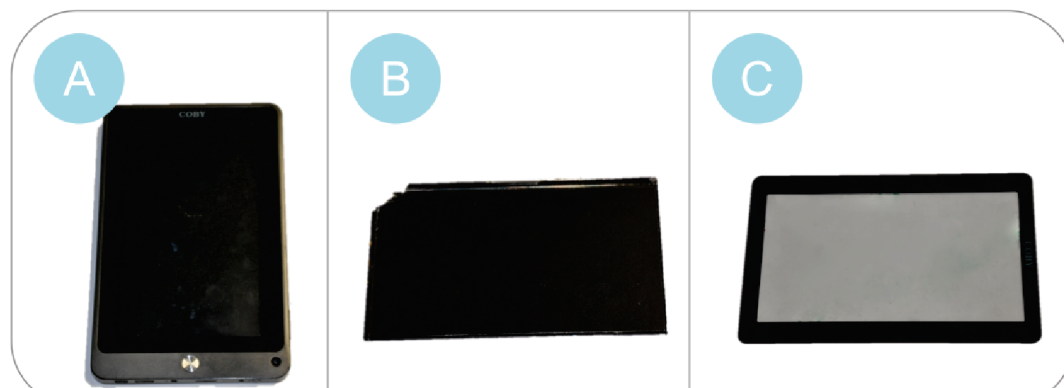


Figura 1 - (A) Tablet modelo A. (B) Tela interna. (C) Tela externa.

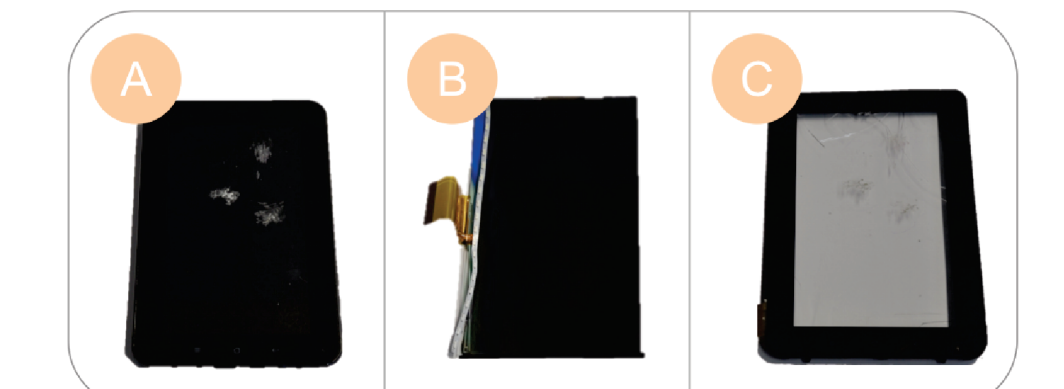


Figura 2 - (A) Tablet modelo B. (B) Tela interna. (C) Tela externa.

Os materiais cominuídos das telas internas e externas, designados como Ai, Ae, Bi e Be, foram submetidos à análise granulométrica por meio de peneiras com mesh 48, 170 e 325 respectivamente. Assim, obteve-se seis amostras, para cada material, sendo três delas retidas, conforme a representação esquemática da Figura 6.

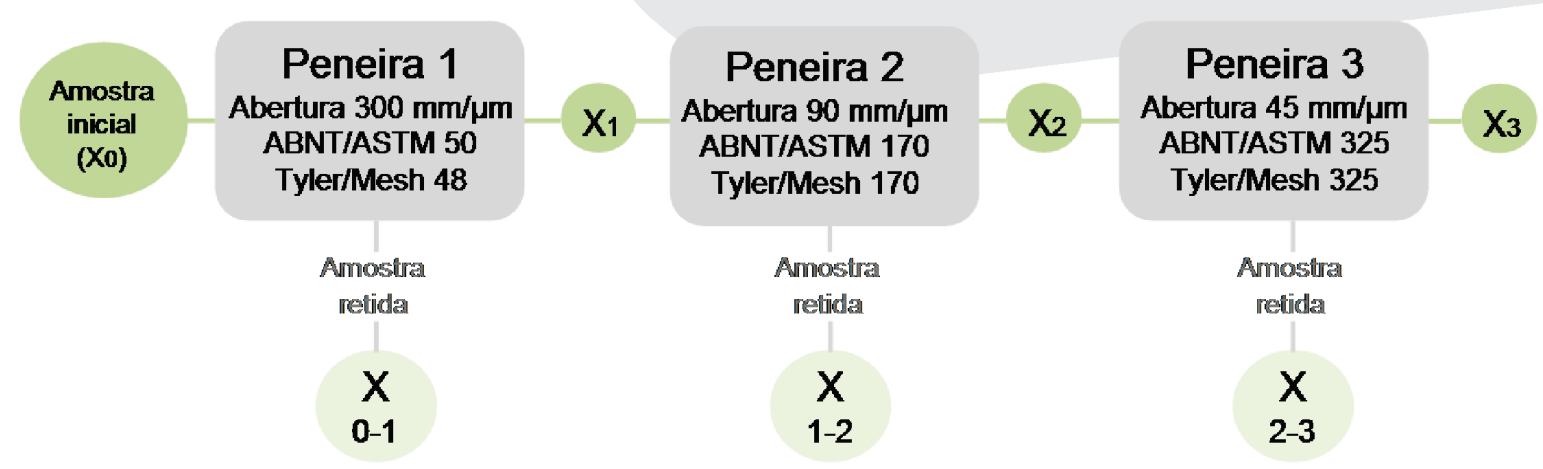


Figura 6 - Representação esquemática do processo de análise granulométrica.

Foram conformadas três pastilhas, em prensa uniaxial (Figura 7) colocando-se inicialmente pó de vidro, utilizando diferentes parâmetros para cada, e em seguida a argila branca. Na pastilha 1, a camada vítrea foi composta por 1 mm, antes da compactação, da amostra Ae3 e não contou com ligante. A camada de vidro da pastilha 2 foi formada por 3 mm, antes da compactação, da amostra Be2-3 com adição de 5% de seu peso em PVA como ligante e a camada seguinte, composta de 15 mm de argila branca, a camada de argila da pastilha 3 foi elaborada com a mesma quantidade material das pastilhas anteriores pastilhas. No entanto, tanto a parte de pó da peça 3, formada por 5 mm, antes da compactação da amostra Be2-3, quanto a de argila contou com a adição de 5% de seu peso, respectivamente, em PVA.



Figura 8 - Pastilhas 1, 2 e 3, respectivamente, obtidas na conformação.

A partir da conformação da pastilha 1 foi possível observar que a camada de pó de vidro ficou frágil, podendo ser vista na Figura 8-A como camada superior. Desta forma, visando conferir maior efetividade e resistência mecânicas às peças conformadas, optou-se pela utilização de PVA com proporção de 5% em peso nas demais pastilhas (ALBERO).



Figura 7 - Prensa hidráulica manual (Local: LACER/UFRGS).

Conclusão

A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que o corpo-de-prova com espessura de 3 mm, apresentou uma maior uniformidade em relação aos demais. Assim, o resultado demonstra a viabilidade da reciclagem de vidro tecnológico, por meio de processos mecânicos, em detrimento aos processos químicos. Nesse sentido, diante do resultado apresentado, sugere-se que o material possa ser aplicado em produtos que exijam características de isolamento térmico.

Referências

- CALDAS, T. C. C., Reciclagem de Resíduo de Vidro Plano em Cerâmica Vermelha, 2012, 88 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- CÂNDIDO, L. H. A. Contribuição ao estudo da reutilização, redução e da reciclagem dos materiais com aplicação do ecodesign. 2008. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia, ênfase: Ciência e Tecnologia dos Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GABRIEL, A. P.; VEIT, H. M.; SANTANA, R. M. C., 2014, Caracterização de Telas de LCD: Extração de Índio. In: IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental.
- IDC. As Tablets Slow and PCs Face Ongoing Challenges, Smartphones Grab an Ever-Larger Share of the Smart Connected Device Market Through 2019, According to IDC. Disponível em: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25500515>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- TAVARES, V., Caracterização e Processamento de Telas de Cristal Líquido Visando a Reciclagem, 2006, 105 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

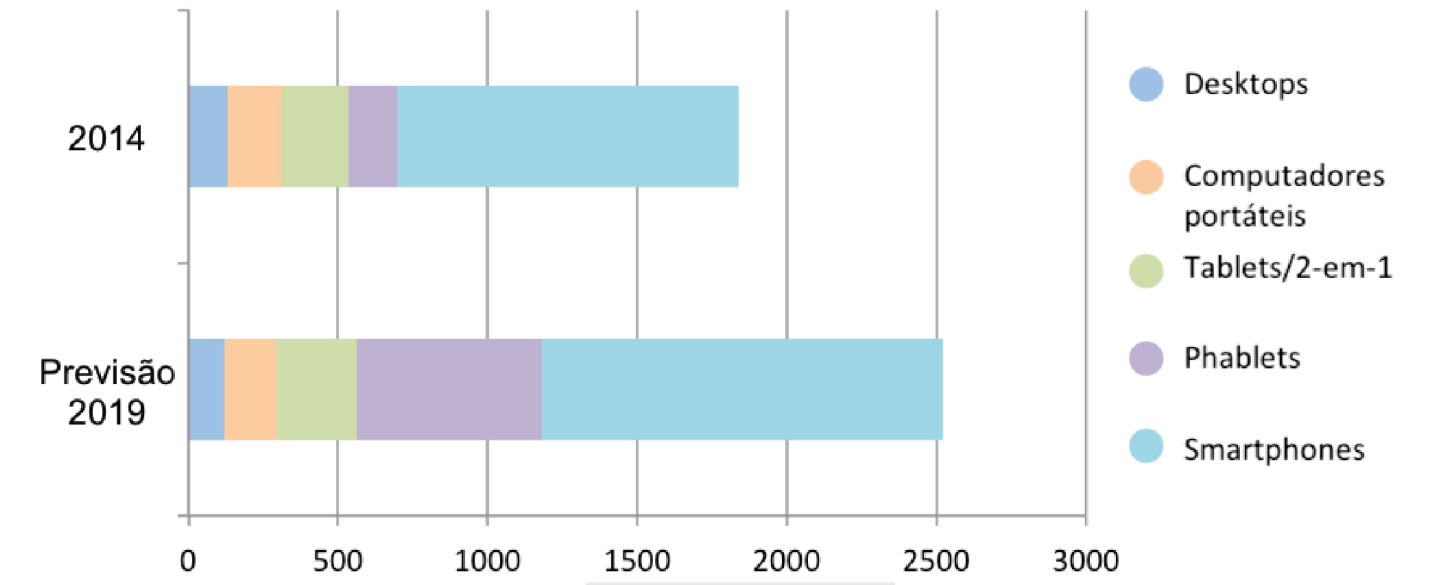


Gráfico 1 - Remessa de dispositivos inteligentes conectados em 2014 e previsão para 2019 (em milhões).
Fonte: Adaptado de IDC (2015)

No processo de cominuição em alguns equipamentos pode haver a perda ou contaminação do material (TAVARES, 2006). Dessa forma, visando minimizar tais danos, optou-se pela moagem manual com a utilização de almofariz e pistilo cerâmico (Figura 3).



Figura 3 - (A) Almofariz. (B) Pistilo.

Almofariz e pistilo cerâmico

Outro aspecto importante refere-se às telas internas, que são revestidas por películas poliméricas fortemente aderidas ao vidro e a retirada desse polímero exige a aplicação de solvente. Apesar da utilização de solvente ser uma técnica eficaz e constantemente utilizada tanto em âmbito laboratorial quanto industrial, há uma tendência na sua redução, uma vez que gera um grande volume de resíduos no processo. A geração de tais resíduos torna a técnica desfavorável sob ponto de vista econômico e ambiental, visto que é de difícil eliminação e onerosa (MARLAP, 2004).

No entanto, segundo Gabriel et al. (2014), a remoção da película polimérica é desnecessária, já que sua presença apenas dificulta o processo de moagem, não interferindo, todavia, de forma significativa no resultado final da cominuição. Sendo assim, visando evitar a utilização de processos químicos trabalhou-se com amostras de vidro contendo as películas poliméricas aderidas, como pode ser visto na figura 4.



Figura 4 - Presença de polímero na amostra interna.

Já a amostra externa apresentava adesivo na superfície do vidro, todavia não interferiu de forma prejudicial na cominuição. Durante o processo, o adesivo aglutinava-se e desprendia-se do vidro, podendo ser extraído posteriormente por meio de peneiras (Figura 5).

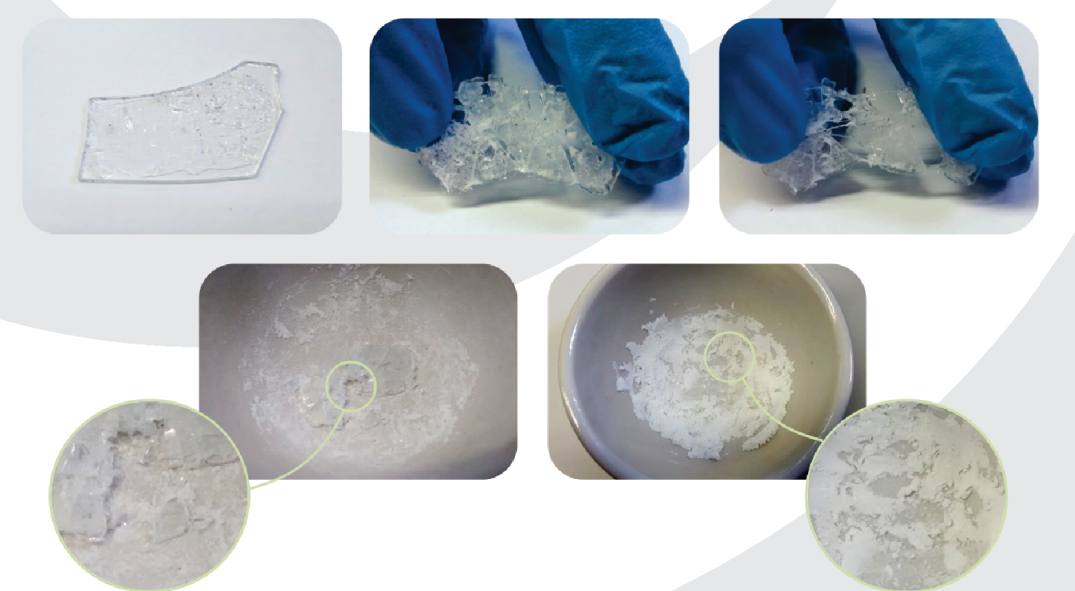


Figura 5 - Fragmento da amostra externa A com adesivo e seu processo de moagem.

Os corpos-de-prova foram colocados em estufa a 100°C, durante um período de 24 horas, de forma a eliminar a umidade restante da conformação. Após secagem, as pastilhas foram submetidas a sinterização em forno elétrico de laboratório (Sanchis A) com taxa de aquecimento de 2,5°C/min durante uma hora sob temperatura de patamar 750°C.



Figura 9 - Pastilhas (A) 1, (B) 2 e (C) 3, após a sinterização.