cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Reciclagem interna de resíduos finos de vidro para a produção de novas microesferas aplicadas a sinalização horizontal

Juliano Pase Neto[1]; Ingrid M. Teixeira[1]; Luis E. G. Armas[1]; Chiara Valsecchi[1]; Jacson W. de Menezes[1]

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Alegrete

Introdução

• A indústria de microesferas de vidro gera um volume significativo de resíduos finos com granulometria inferior à exigida para a sinalização viária.

• O acúmulo desse material gera custos logísticos de armazenamento e seu descarte inadequado pode causar sérios impactos ambientais.

• Como o vidro é um material 100% reciclável, a economia circular se apresenta como uma solução estratégica para a reintrodução deste passivo no ciclo produtivo, neste caso, mantendo suas características ópticas mais importantes (transparência, índice de refração).

Objetivos

Propor a reciclagem interna dos resíduos finos de vidro gerados na própria indústria de microesferas, reintroduzindo este material como matéria-prima para produzir novos vidros e transformá-los em novas microesferas do tipo IB para uso na sinalização horizontal viária.

Metodologia

Neste trabalho foi utilizado vidro plano comercial incolor, normalmente utilizado na indústria de microesferas para produzi-las.

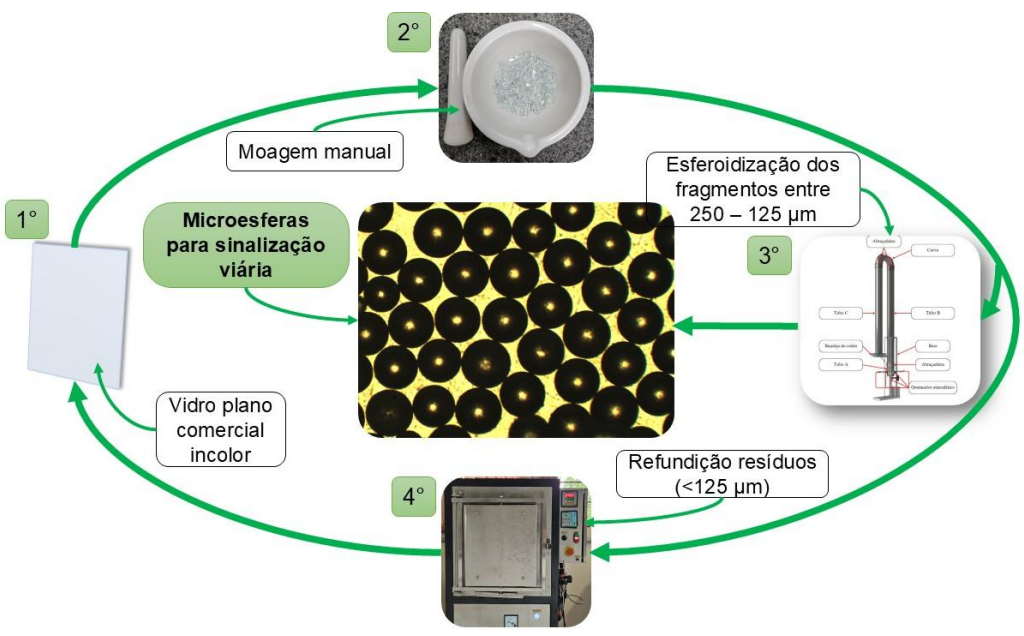


Figura 1. Procedimentos experimentais.

Foram realizadas análises químicas (FRX), ópticas (UV-Vis, método do ângulo de Brewster), granulométricas, morfológicas e de retrorrefletividade na geometria de 15 metros em amostras de fundo preto e que simulam a pintura de faixas horizontais.

Resultados e Discussão

Todas as amostras de microesferas produzidas cumpriram os requisitos da NBR 16184:2021.

• Análise química e óptica: A natureza soda-cal permaneceu estável após as refundições, com teor de sílica (SiO_2) superior a 76% e ausência de elementos tóxicos. A transparência foi superior a 90% e o índice de refração constante (acima de 1,5).

• Análise morfológica e granulométrica: As microesferas mantiveram boa esfericidade (> 95%), densidade de massa de 2,5 g/cm³ e granulometria na faixa de 63 a 300 µm (Tipo IB).

A retrorrefletividade do vidro refundido apresentou desempenho semelhante ao original. Os valores atingiram 62 a 64 $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$ em medições intrínsecas e cerca de 96 $mcd.m^{-2}.lx^{-1}$ sobre a tinta branca de demarcação.

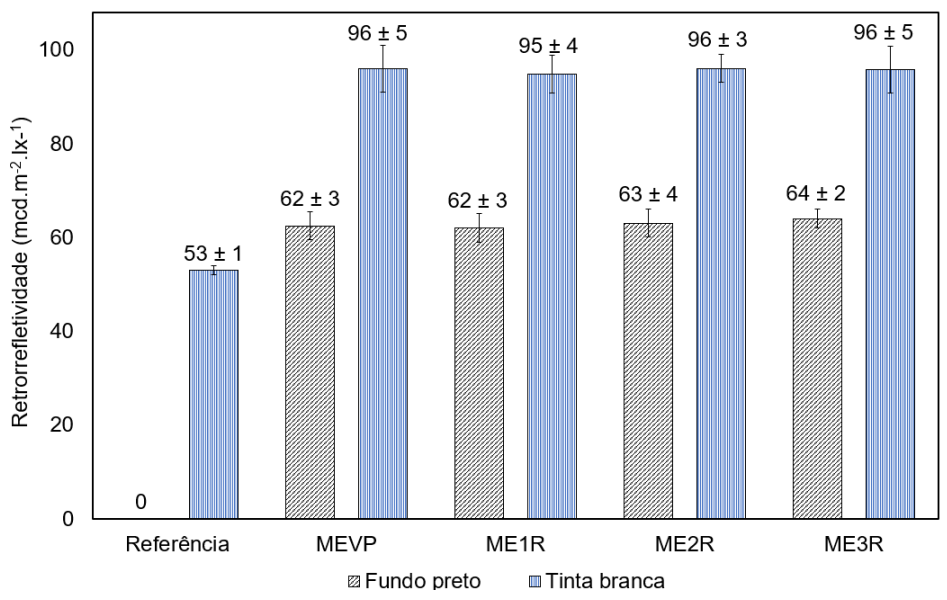


Figura 2. Resultados da retrorrefletividade.

Conclusões

A reciclagem interna de resíduos finos de vidro provou ser uma alternativa técnica viável, pois as características físicas, químicas e ópticas do material permaneceram estáveis após múltiplas refundições e a retrorrefletividade das microesferas produzidas não sofrerem variações significativas. O processo contribui de forma direta para a diminuição do uso de recursos minerais virgens, redução da poluição e fortalecimento da economia circular industrial.

Referências e Agradecimentos

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16184: Sinalização horizontal viária - Esferas e microesferas de vidro: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2021

DELBARI, Seyed Ali; HOF, Lucas A. Glass waste circular economy - Advancing to high-value glass sheets recovery using industry 4.0 and 5.0 technologies. Journal of Cleaner Production, v. 462, art. 142629, 2024.

BURGHARDT, Tomasz E.; MOSBÖCK, Harald; PASHKEVICH, Anton; FIOLIĆ, Mario. Horizontal road markings for human and machine vision. Transportation Research Procedia, [s. l.], v. 48, p. 3622-3633, 2020.

PPEng Programa de Pós-Graduação em Engenharia
GOMNDI
unipampa Universidade Federal do Pampa
FAPERGS
CAPES