PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMAS DE VIDRO

Laura Jane Pereira (PIBIC/CNPq/UEPG), Éder Carlos Ferreira de Souza (Orientador), e-mail: Souza.eder@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais

3.03.05.00-4 Materiais Não Metálicos: 03.05.02-0 Cerâmicos

Palavras-chave: resíduo, pilhas, espumas vítreas.

Resumo

As espumas vítreas são produtos altamente valiosos para o isolamento térmico e acústico, muitas vezes produzidos empregando resíduos. No presente trabalho foram produzidas espumas vítreas com 100 % de rejeitos, sendo eles o vidro plano como constituinte da matriz e a pasta eletrolítica de pilhas exauridas (zinco-carbono– e alcalina) como agente espumante. Os agentes espumantes adotados foram eficazes, sendo obtida expansão volumétrica acima de 200 %. A densidade aparente dos blocos produzidos com a pasta de Zn-C ficou em torno de 0,4 $g.cm^{-3}$, próximo ao valor de espumas vítreas comerciais, enquanto a densidade dos blocos produzidos com a pasta de pilha alcalina ficou superior a 1,2 $g.cm^{3}$. Entretanto, apesar de maior densidade, os blocos de pilha alcalina apresentaram menor resistência mecânica, indicando que o elevado teor de manganês leva a alterações na estrutura que prejudicam as propriedades mecânicas. Deste modo, foi possível identificar que a pasta eletrolítica de pilhas Zn-C, nas condições adotadas, é um agente espumante mais interessante que a pasta das pilhas alcalinas, uma vez que permite a produção de blocos menos densos e mais resistentes.

Introdução

A utilização de resíduos para a produção de novos materiais tem atraído grande interesse, uma vez que os mesmos podem ser aplicados como matérias primas, permitindo a redução nos custos de produção de um material de interesse e a redução da disposição dos resíduos em questão. Atualmente, os resíduos sólidos industriais e municipais tornaram-se uma importante linha de pesquisa nas áreas de Engenharia e Química.[1]

Uma aplicação potencial para os rejeitos de vidro como matéria-prima é a produção de espumas vítreas. Este tipo de material pode ser obtido a partir da formação de gases no interior do vidro fundido. Estes gases podem ser provenientes de processos de oxidação, como ocorrem para grafite, carvão, resíduos de pirólise, etc.[2]

As pilhas dos tipos zinco-carbono (Zn-C) e alcalinas são classificadas como não-recarregáveis (células primárias), isto é, projetadas para serem totalmente descarregadas apenas uma vez. Ao longo dos últimos anos, o consumo de pilhas cresceu consideravelmente, apenas no Brasil, 1,2 bilhão de pilhas são produzidas anualmente, 70% desta produção corresponde as pilhas do tipo zinco-carbono (ZnC).[3,4]

O aumento na utilização das pilhas acarreta o aumento na quantidade de pilhas exauridas descartadas e, uma vez que as mesmas são classificadas como resíduo especial devido ao mercúrio, zinco, manganês e outros metais pesados que possuem, devem ter disposição adequada para evitar contaminação do ambiente.[3,4]

O aproveitamento dos rejeitos através de estudos capazes de detectar suas potencialidades e viabilizar sua seleção preliminar pode contribuir para diversificação dos produtos, diminuição dos custos finais, além de resultar em diferentes alternativas para matérias-primas para uma série de setores industriais.[4]O projeto desenvolvido apresenta uma alternativa para as espumas vítreas comerciais, a produção a partir de rejeitos de vidro recolhidos em vidraçarias da cidade e pilhas coletadas em pontos de descartes na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Materiais e Métodos

Os cacos de vidros foram previamente moídos em moinho do tipo almofariz/pistilo modelo MA 590, MARCONI, depois desaglomerado em peneira. Após o material foi cominuído em moinho de bolas durante 24 h e então foi desaglomerado em peneira. As diferentes composições foram moldadas em blocos utilizando-se molde de aço inox com dimensões de 45 x 8 x 14 mm. Estes foram prensados uniaxialmente e após foram tratados termicamente em forno tipo mufla JUNG.

Os agentes espumantes utilizados foram as amostras PEL (pasta eletrolítica lixiviada de pilhas Zn-C) e PEP (pasta eletrolítica pura de pilhas alcalinas) em diferentes concentrações. As porcentagens utilizadas de agente espumante variaram numa faixa de até 10% (m/m) e as amostras foram nomeadas com ZnC ou MnC, quando preparadas com a amostra PEL e PEP, respectivamente. A pasta eletrolítica de pilhas alcalinas é rica em MnO_2 e C e foi aplicada sem quaisquer pré-tratamentos além de secagem e desaglomeração. Já as pilhas Zn-C apresentam, além de MnO_2 e C, elevado teor de ZnO e, para utilizar como agente espumante a pasta eletrolítica foi submetida à lixiviação ácida para redução do teor de ZnO.

As amostras foram caracterizadas por difração de raios X (DRX, Rigaku Ultima IV; Cu-Kα, 3-80°, 1° min^{-1}), microscopia eletrônica de varredura de alta resolução (FE-MEV, TESCAN MIRA3 LM, 15 kV), análise química por espectroscopia de energia dispersiva-EDS , ensaios mecânicos de flexão em três pontos e de compressão (SHIMADZU AG-I, 10k), velocidade de carregamento de 1,27 $mm.min^{-1}$, expansão volumétrica e densidade aparente.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a análise química dos agentes espumantes por espectroscopia de energia dispersiva-EDS.

Tabela 1: Composição em massa obtida por EDS dos agentes espumantes.

Elemento	Massa média (%)	
	PEL	***PEP***
C	71,82	21,16
O	18,92	25,93
Na	-	0,51
Al	1,34	0,22
Si	1,58	0,15
K	-	6,04
Mn	6,34	45,96
Total	100	100

É possível notar que as duas amostras PEL e PEP são compostas majoritariamente por C e óxido de manganês, respectivamente, sendo, portanto, dois agentes espumantes diferentes. Este é um ponto interessante, visto que tanto o carbono como MnO_2 são conhecidos na literatura como agentes espumantes para espumas vítreas.[5]

A figura 1 apresenta a microscopia eletrônica de varredura dos corpos de prova, na qual se pode observar a distribuição dos poros. Fez-se nítida pela microscopia a atuação eficaz do agente espumante PEL nas imagens (a), (b) e (c), sendo confirmada pela ausência de regiões densificadas, enquanto o mesmo não é repetido nas imagens (d), (e) e (f), quando o agente espumante PEP foi aplicado.

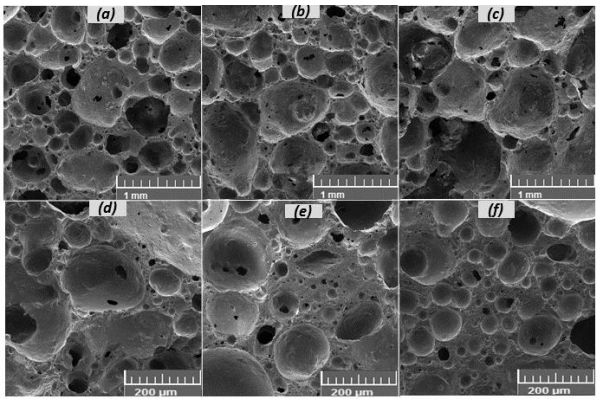


Figura 1: Microscopia eletrônica de varredura-MEV das formulações (a) ZnCx, (b) ZnCy, (c)ZnCz, (d)MnCx, (e)MnCy e (e)MnCz.

As caracteristicas da estrutura porosa formada influenciam diretamente na densidade aparente das composições. As composições MnC obtiveram valores elevados de densidade aparente que podem ser justificados pela espessa parede de poros formada, os valores para esta encontram-se na faixa de 1,28-1,78 $g.cm^3$, superiores aos comerciais e aos encontrados na bibliografia.[5] Já as formulações ZnC apresentaram densidade aparente na faixa de densidade de 0,33-0,49 $g.cm^{-3}$ encontram-se coerentes com dados relatados na literatura, em que a adição crescente de agente espumante levou a valores em torno de 0,25-0,60 $g.cm^{-3}$. [5]

Foram identificadas por difração de raios X as fases: cristobalita (SiO_2), quartzo (SiO_2), tridimita (SiO_2), óxido de manganês (MnO_2) e grafite (C). As fases de quartzo, tridimita e cristobalita são polimórficas do SiO_2, resultante do processo térmico do vidro, enquanto a fase de óxido de manganês é decorrente do manganês residual do processo de espumação.

A figura 2 apresenta a evolução da resistência à flexão em três pontos e compressão. Os melhores resultados de resistência mecânica foram obtidos para as formulações ZnC, principalmente com menor quantidade de agente espumante. Em princípio, era esperado que a maior resistência mecânica fosse associada às amostras MnC, devido à maior quantidade de regiões densificadas. A redução da resistência das amostras MnC pode ser atrelada aos tetraedros de sílica que formam a rede vítrea que podem ser quebradas pela presença de modificadores tais como o Mn e K presentes nas formulações, que se associam a átomos de oxigênio nos vértices do tetraedro e interrompem as ligações oxigênio-silício, contribuindo para o aumento de fluidez do vidro (diminuição da viscosidade) pela redução da temperatura de amolecimento, devitrificação e redução da resistência.

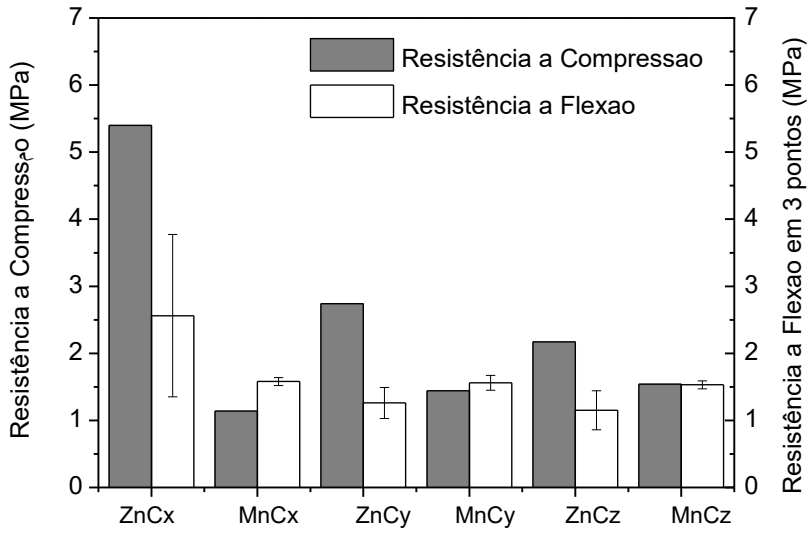


Figura 2: Evolução da resistência à compressão e a flexão.

Conclusões

As pastas eletrolíticas de pilhas alcalinas e Zn-C podem ser aplicadas como agente espumante na produção de blocos de espumas vítreas, obtendo propriedades interessantes. É interessante destacar que embora a amostra PEL tenha sido obtida com uma etapa adicional de lixiviação em relação à amostra PEP, o conjunto dos resultados indicou que as formulações utilizando PEL como agente espumante apresentaram características superiores às das produzidas com PEP, indicando que, nas condições estudadas, as pilhas Zn-C são mais interessantes do ponto de vista de aplicação como agente espumante na produção de espumas vítreas.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro e ao CLABMU UEPG pelas análises realizadas.

Referências

1-BAI, J. X, U.; YANG, X Preparation of foam glass from waste glass and fly ash. **Materials Letters,** v. 136, p. 52–54, Dez. 2014.

2- FERNANDES, H. R.; TULYAGANOV, D. U.; FERREIRA, J. M. F. Preparation and characterization of foams from sheet glass and fly ash using carbonates as foaming agents. **Ceramics International**, v. 35, n. 1, p. 229–235, Fev.2009.

3- E. Sayilgan, T. Kukrer, G. Civelekoglu, F. Ferella, A. Akcil, F. Veglio, et al., A review of technologies for the recovery of metals from spent alkaline and zinc-carbon batteries.**Hydrometallurgy**, v. 97, p. 158-166, Ago.2009.

4- BRESCANSIN, A. Pilhas e Baterias: programa de recolhimento atende Resolução Conama 401.
Disponível em:<http://www.abinee.org.br/noticias/com78.htm> Acesso em: 4 de ago. 2017.

5-Petersen, R.R.; König, J.; Yue, Y.Z. The mechanism of foaming and thermal conductivity of glasses foamed with MnO_2. **J. Non-Cryst. Solids**, v. 425, p. 74–82, Set.2015.