

REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA OBTENÇÃO DE MEMBRANAS CERÂMICAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA/ÓLEO

Ewerton de Oliveira Teotônio Bezerra (1); Adriano Lima da Silva (1); Carlos Bruno Barreto Luna (2); Aleksandra Cristina Chaves (3); Patricia da Silva Santos (4)

^{1,2,3,4}*Universidade Federal de Campina Grande – Departamento de Engenharia de Materiais, Av. Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-90. E-mail: ewerton.teotonio@hotmail.com; adrianolimadasilva@hotmail.com.*

Membranas são estruturas delgadas que permitem a separação de fases de uma substância através do transporte de determinadas espécies químicas. A busca por matérias-primas mais viáveis economicamente é, portanto, necessária. Este trabalho tem como objetivo reaproveitar resíduos de tijolos cerâmicos, para conformação de membranas cerâmicas tubulares. As membranas foram produzidas com argila bentonita (5%) e resíduo de tijolo (95%), sendo as mesmas sinterizadas em temperaturas de 750, 800 e 850°C. A massa cerâmica foi caracterizada pelo teste de plasticidade, e as membranas por micrografia eletrônica de varredura (MEV) e porosidade aparente (ϵA) pelo princípio de Arquimedes. Os resultados mostraram que o teste de plasticidade da composição apresentou um índice de plasticidade de 12,8%. O MEV evidenciou que a membrana sinterizada a 850°C apresentou maior porosidade. A porosidade aparente das três membranas sinterizadas a 750, 800 e 850°C respectivamente, apresentou-se superior aos 40% recomendados. Os resultados evidenciam boas perspectivas de reaproveitamento desses rejeitos.

Palavras-Chave: Sustentabilidade, reaproveitamento, membranas cerâmicas.

INTRODUÇÃO

O grande desenvolvimento tecnológico dos últimos anos aumentou significativamente a produção de bens industrializados e volume de recursos minerais explorados. Associado a essa grande expansão produtiva houve um enorme aumento na quantidade de resíduos produzidos, fazendo com que milhões de toneladas de rejeitos sejam desenvolvidos a cada dia em todo mundo (MENEZES et al., 2009).

O setor da construção civil é um segmento que se destaca pelo elevado desperdício de material e geração de resíduos. Tais resíduos são descartados em aterros, no entanto, na estrutura das grandes cidades não há mais espaços para essas disposições, em virtude da aglomeração de pessoas e alta valorização do espaço físico (RIBEIRO et al., 2007). Diversas alternativas têm sido investigadas nos últimos anos com o intuito de reaproveitar esses resíduos. Dentre essas alternativas, destaca-se a produção de membranas cerâmicas para tratamentos de efluentes.

Membranas são barreiras seletivas que permitem a separação de fases presentes numa substância. Os processos de separação por membranas, distinguem-se dos processos de separação convencionais, pelo consumo relativamente baixo de energia e dispensar a adição de agentes químicos. As membranas têm sido empregadas em diversos setores tanto da indústria química, como na área médica, na indústria alimentícia e farmacêutica, e no tratamento de efluentes industriais e municipais (LIMA et al., 2011).

A filtração por membrana é uma alternativa poderosa para tratamento de efluentes, visto ser um método rápido, simples e de baixo custo quando comparado aos métodos tradicionais. A

aplicação desta tecnologia para o tratamento de efluentes industriais implica em economia, e pode minimizar os efeitos dos resíduos no meio ambiente (MARTÍ-CALATAYUD et al., 2013). Além disso, as membranas cerâmicas apresentam vantagens por tolerar condições severas de operação por apresentar estabilidade térmica, química e mecânica (SILVA et al., 2014).

SILVA (2010) reportou que no caso das indústrias, o tratamento dos seus efluentes antes da sua deposição no meio ambiente ou em um sistema de esgotamento público representa um dos seus principais problemas, pois boa parcela destes efluentes é constituída de emulsões de óleo em água, cujos processos comuns para separação destas emulsões possuem uma série de limitações, seja de ordem energética ou química. O processo que vem recebendo crescente atenção devido a sua eficiência energética, facilidade de operação, vasta aplicabilidade, entre outras vantagens, é aquele que utiliza membranas como princípio ativo de seu funcionamento. Com o desenvolvimento e aplicação de um sistema específico de membranas, sozinho ou em conjunto com outras técnicas, se pode assegurar a passagem de apenas moléculas específicas, mesmo em situações onde os efluentes possuem um alto teor de óleo.

Portanto, o reaproveitamento dos resíduos da construção civil é de grande importância atualmente. Tanto os aspectos econômicos, quanto a poluição ambiental, são justificativas para que se aumentem os esforços no sentido de promover a reciclagem destes materiais.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de membranas cerâmicas de baixo custo a partir do reaproveitamento dos resíduos de construção civil.

METODOLOGIA

Materiais

As matérias-primas utilizadas na confecção das membranas cerâmicas tubulares foram: argila bentonita proveniente da região de Cubatí (PB), resíduos de tijolos cerâmicos vermelhos cedidos pela CIMAC, empresa de materiais de construção localizada em Campina Grande (PB), água potável e oleína.

Tratamento dos Resíduos de Tijolos Cerâmicos

Os resíduos de tijolos cerâmicos foram submetidos a um processo de moagem em um moinho de bola durante seis horas, objetivando o alcance de um pó cerâmico. Após a moagem, o pó cerâmico e a argila bentonita foram passadas em peneira ABNT nº 325. A obtenção da massa cerâmica, obedeceu às proporções de 95% para o resíduo de tijolo e 5% de argila bentonita homogeneizada, e logo em seguida, o teste de plasticidade. Com as proporções definidas foi utilizada uma massa total de 2 kg, que foi homogeneizada manualmente por 40 minutos. O teste de plasticidade foi realizado segundo as normas NBR 6459/1984, para o limite de liquidez e NBR 7180/1984, para o limite de plasticidade, em que $IP = LL - LP$.

As membranas em formato tubular foram obtidas por extrusão, utilizando-se uma extrusora a vácuo, fabricadas pela Verdés modelo 051. O molde utilizado foi confeccionado em aço VC 131, temperado, o qual permite que as peças extrudadas adquiram a forma tubular com as seguintes dimensões: diâmetro externo 10,5 mm, diâmetro interno 7,5 mm e espessura de parede do tubo em torno de 1,5mm. As peças obtidas foram submetidas a duas etapas de secagem. Na primeira etapa,

foi realizada uma secagem natural durante cinco dias, cobertas com pano úmido. Na segunda etapa, as peças foram levadas a uma estufa com temperatura controlada em torno de 60°C por 48h.

As membranas cerâmicas foram sinterizadas em forno elétrico (MAITEC). As taxas de aquecimento foram as seguintes: 5 °C/min, a partir da temperatura ambiente até 400 °C; 2 °C/min, de 400 °C até as temperaturas máximas de 750, 800 e 850 °C. Passada essas etapas, as peças cerâmicas foram cortadas com comprimento aproximado de 80 mm.

Por fim, as membranas cerâmicas tubulares sinterizadas foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura (Shimadzu, modelo X550), bem como analisada sua porosidade aparente (ϵ_A) pelo princípio de Arquimedes. O cálculo da porosidade aparente e porosidade total das membranas foram realizados a partir da equação abaixo:

$$P_{ap} = \frac{P_u - P_s}{P_u - P_i} * 100$$

Onde: P_{ap} = Porosidade Aparente; P_s = peso seco; P_u = peso úmido; P_i = peso imerso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de Plasticidade

Plasticidade é a propriedade que um sistema rígido possui de deformar-se, sem romper-se, pela aplicação de uma força (tensão) e de reter essa deformação quando a força aplicada é retirada. Se o sistema argila-água não fosse adequadamente plástico, não seria possível moldagem de produtos de cerâmica vermelha por extrusão (CAMPOS et al., 1999). Os dados do teste de plasticidade das amostras se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Características da Plasticidade do composto.

Amostras	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Composto X	31,0	18,2	12,8

Onde: LP é o limite plástico, que é o teor de água, expresso em porcentagem do peso de massa seca a 110 °C, acima do qual a massa argilosa pode ser enrolada em rolos, com cerca de 3 a 4 mm de diâmetro e cerca de 15cm de comprimento. Já LL é o limite líquido, que é o teor de água, expresso em porcentagem do peso de massa seca a 110 °C, acima do qual a massa flui como um líquido quando ligeiramente agitada (Campos et al., 1999).

Segundo CAPUTO (1994), como o IP da Tabela 1 encontra-se entre LL e LP a massa cerâmica é classificada como Plástica.

O fato de a composição ser plástica traz boa previsão de que esta massa será conformada pelo processo de extrusão com sucesso, pois de um modo geral, pode-se afirmar que argilas com elevada plasticidade deslizam melhor sobre a superfície da hélice, traduzindo-se numa maior pressão e, conseqüentemente, numa melhor homogeneização.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 1 apresenta as micrografias eletrônicas das seções transversais e longitudinais das membranas cerâmicas.

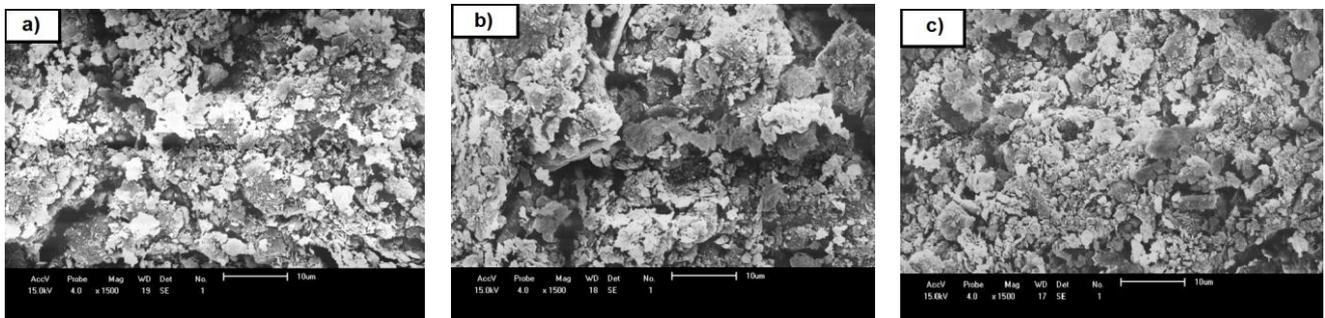


Figura 1. a) Micrografia, com aumento de 1500X, da área de corte da membrana sinterizada a 750°C; b) Micrografia, com aumento de 1500X, da área de corte da membrana sinterizada à 800°C; c) Micrografia, com aumento de 1500X, da área de corte da membrana sinterizada à 850°C.

Analisando as micrografias é possível perceber que, apesar da membrana sinterizada à 750°C possuir uma distribuição de poros mais uniforme quando comparadas as outras sinterizadas às temperaturas mais elevadas, a partir de 850° C, não é possível estimar com precisão o tamanho dos poros em nenhum dos casos, uma vez que não há uniformidade de distribuição. Ainda é possível observar que com o aumento da temperatura de sinterização, há um aumento da porosidade das membranas.

Porosidade Aparente, (ϵ_A) pelo Princípio de Arquimedes.

A Tabela 2 evidencia os dados obtidos pelo ensaio de porosidade aparente.

Tabela 2. Dados aferidos com base no ensaio de porosidade aparente pelo princípio de Arquimedes.

Temperatura de Queima (C°)	Peso Seco (g)	Peso Úmido (g)	Peso Submerso (g)
750	0,63	0,79	0,47
800	0,72	0,85	0,65
850	0,86	1,03	0,79

A Tabela 3 evidencia a porosidade aparente de cada membrana na sua respectiva temperatura de Sinterização.

Tabela 3. Porosidade Aparente

Temperatura de sinterização (°C)	Porosidade aparente (%)
750	50
800	65
850	70,83

Observando os valores presentes na Tabela 3, verifica-se que a membrana sinterizada a 850°C apresentou uma porosidade superior à amostra sinterizada a 750 °C, bem como a membrana sinterizada 800°C apresentou uma porosidade intermediária entre as temperaturas de sinterização. Acredita-se que a elevação da temperatura de sinterização provocou um aumento linear da porosidade. Visto que a porosidade característica de uma estrutura porosa não deve ser inferior a 40%, pode-se dizer que a porosidade obtida para essas membranas foi satisfatória (DELCOLLE, 2010).

CONCLUSÕES

As membranas cerâmicas tubulares produzidas a partir da incorporação de resíduos de tijolos cerâmicos foram realizadas com sucesso, para uma incorporação de 95% de resíduo. Os resultados de caracterização indicaram que a massa cerâmica pode ser utilizada como matéria-prima promissora para obtenção de membranas cerâmicas na escala de microfiltração. Foi constatada também a forte influência da temperatura de sinterização com os poros das membranas por meio das micrografias, que indicaram mudança na distribuição dos poros com o aumento desta temperatura de sinterização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFCG/CNPQ pela concessão de bolsa de pesquisa PIBIC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, L. F. A.; MACEDO, R. S.; KIYOHARA, P. K.; FERREIR, H. C. Características de Plasticidade de Argilas Para uso em Cerâmica Vermelha ou Estrutural. **Cerâmica**, vol.45, p. 140-145, 1999.
- CAPUTO, H. P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações Fundamentais. **Livros Técnicos**, vol. 1, Rio de Janeiro, 1994.
- LIMA, R. C. O.; LIRA, H. L.; NEVES, G. A.; SILVA, M. C.; SILVA, C. D. Aproveitamento do Resíduo de Serragem de Granito para Fabricação de membranas Cerâmicas de Baixo Custo. **Revista Eletrônica de Materiais e Processo**, v. 6, p. 163-169, 2011.

Martí-Calatayud, M. C.; García-Gabaldón, M.; Pérez-Herranz, V.; Sales, S.; Mestre, S. Synthesis and Electrochemical Behavior of Ceramic Cation-Exchange Membranes Based on Zirconium Phosphate. **Ceramics International**, v. 39, p. 2045 – 4054, 2013.

MENEZES, R. R.; FILHO, J. F.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. B. Reciclagem de Resíduos da Construção Civil para a Produção de Argamassas. **Cerâmica**, v. 55, p. 263-270, 2009.

RIBEIRO, V. A. S.; SILVA, A. L.; SILVA, M. R.; DIAS, J. C. Reciclagem de Escória Cristalizada para a Produção de Argamassa. **Revista Matéria**, v. 12, p. 339-345, 2007.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, R. C.; LIRA, H. L.; FREITAS, N. L. Obtenção de Membranas Cerâmica para Tratamento de Efluente da Indústria Têxtil. **Revista Eletrônica de Materiais e Processo**, v. 9, p. 81-85, 2014.

SILVA, P. L. B. **Obtenção e Caracterização de Cerâmica Vermelha Utilizando na Matéria-Prima de Resíduo Argiloso do Refino de Óleos Minerais**. 2010, 74p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre-RS.

DELCOLLE, R. **Projeto e Manufatura de Membranas Cerâmicas via Prensagem Isostática para Separação de Emulsões Óleo Vegetal/Água por Microfiltração Tangencial**. 2010, 147 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. São Carlos-SP.