



II WORKSHOP DE TECNOLOGIAS LIMPAS (WTL – 2019)

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE AO CO₂ EM MEMBRANAS DE POLIDIMETILSILOXANO CONTENDO NANOTUBOS DE CARBONO

AZEVEDO, V. E. F.^{1*}, FIGUEIREDO, K. C. S.¹

¹Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

*vitor.efazevedo@gmail.com

RESUMO EXPANDIDO

A ausência de políticas de mudança climática projeta cenários alarmantes com aumentos na temperatura média global de até 5,8°C até 2100 (Houghton, 2001), culminando em diversos impactos ambientais negativos. Apesar da impossibilidade de interromper por completo a contribuição antropogênica para o efeito estufa, existem várias técnicas para mitigá-la. Uma alternativa que vem ganhando destaque é a utilização de membranas poliméricas para separação de gases, que apesar de possuírem um custo de implementação considerável, são facilmente escalonáveis, operáveis e conferem grande economia energética no longo prazo. (Habert, 2006)

Uma vez que a adição de determinadas partículas na matriz polimérica pode modificar as afinidades e morfologia da membrana - resultando em diferentes mecanismos de sorção/difusão, o presente trabalho tem como objetivo investigar o impacto da adição de nanotubos de carbono na permeabilidade do CO₂ em uma membrana densa de polidimetilsiloxano (PDMS). Estes materiais foram escolhidos por suas propriedades convenientes. O PDMS possui alta permeabilidade, reticulação rápida e simplicidade operacional, ao passo que o nanotubo possui elevada razão de aspecto, área superficial e compatibilidade com diversas cadeias poliméricas, de forma que a deformação causada por sua adição, usualmente favorece a permeabilidade sem grandes prejuízos à seletividade e demais propriedades mecânicas. (Silva et al., 2017)

Prepararam-se duas soluções de PDMS com aproximadamente 7A:1B e 80% m/m de tolueno, em que “A” é a base elastomérica de silicone e “B”, o agente reticulante. Em uma das soluções (M2), foi adicionada uma massa de nanotubos de carbono igual a 0,05% da massa de polímero. Em seguida, verteu-se aproximadamente 3 mL de cada solução em duas placas de petri pequenas e colocou-as na estufa a 100°C por aproximadamente 2 horas.

Após completa reticulação, utilizou-se equipamento padrão de permeação de gases para

analisar a permeabilidade de triplicatas de aproximadamente 3 cm² de ambas as membranas. Os resultados constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Permeabilidade ao dióxido de carbono das membranas de PDMS.

Membrana	nanotubos (% m)	Triplicatas (Barrer)		
M1	-	1529	1555	1660
M2	0.05	1738	1638	17705

O valor atípico de 17705 Barrer pode ser explicado pela grande dificuldade em dispersar os nanotubos, gerando aglomerados porosos na superfície da membrana e oferecendo caminhos preferenciais de menor resistência para passagem dos gases. Embora estes defeitos comprometam a seletividade e a facilidade de escalonamento, as demais amostras de M2 apontam que resultados razoáveis e mais elevados de permeação podem ser obtidos em membranas isentas de aglomerados.

Melhorias metodológicas podem promover melhor dispersão da fase sólida, viabilizando a confecção de grandes áreas não defeituosas. Dentre elas, destaca-se a utilização de nanocargas funcionalizadas, preferencialmente por grupos alcalinos como as aminas, que além de dispersarem mais facilmente em solventes apropriados, podem interagir preferencialmente com gases ácidos como o CO₂. Apesar do comprometimento apontado por Robeson (1991) entre fluxo e seletividade, tais sítios de adsorção preferencial presentes em uma matriz elastomérica e permeável como o PDMS podem resultar em membranas com seletividade relativamente alta se considerarmos que possibilitam grandes fluxos; potencialmente interessantes para aplicações industriais de separação preliminar.

Os resultados indicaram que a adição de nanotubos aumenta a permeação do dióxido de carbono, entretanto, a metodologia empregada não permitiu confeccionar membranas homogêneas o bastante para viabilizar reprodutibilidade dos experimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Dióxido de carbono; Membranas; Permeabilidade; Separação de gases; Nanotubos de carbono.

REFERÊNCIAS

J.T. Houghton, *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

C. Habert; C. P. Borges; R. Nobrega, *Processos de Separação por Membranas*, E-papers, Rio de Janeiro, 2006.

Silva, Elisângela Aparecida da; Windmoller, Dario; Silva, Glaura Goulart and Figueiredo, Kátia Cecília de Souza . Polydimethylsiloxane Membranes Containing Multi-walled Carbon Nanotubes for Gas Separation. *Mat. Res.*, São Carlos , v. 20, n. 6, p. 1454-1460, Dec. 2017

Robeson LM. Correlation of separation factor versus permeability for polymeric membranes. *Journal of Membrane Science*. 1991;62(2):165-185. DOI: 10.1016/0376-7388(91)80060-J