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

Revisitando o método de permeabilidade líquida para caracterização de materiais porosos

Maria Laura .F. Santos[1]; Wilson N. Garcia[2]; Daniel D. Athayde[3]

1.Depto. de Engenharia de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG; 2. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - UFMG ; 3. Depto. de Engenharia Mecânica - UFMG

Introdução

Materiais cerâmicos porosos são utilizados em processos de separação, filtração e transporte de fluidos. Seu desempenho depende de características como porosidade, tamanho e conectividade dos poros. Nesse contexto, a permeabilidade líquida permite avaliar os poros efetivamente envolvidos no escoamento. O objetivo deste trabalho é a estimativa do diâmetro efetivo de poros pelo ensaio de permeabilidade líquida do substrato de alumina e a comparação com resultados de porosimetria de Mercúrio.

Metodologia

Os ensaios de permeação líquida foram realizados em um sistema de permeação líquida conforme mostra a Figura 1. Após isso são utilizados três modelos hidrodinâmicos para calcular o diâmetros dos poros obtidos (Xiao *et al* (2025)): Hagen-Poiseuille (HP), (Equação 1 e 2, Kozeny-Carman (KC) (Equação 3) e Células de Happel (HC) (Equação 4). Esses valores são comparados com ensaios de porosimetria de mercúrio do substrato de alumina realizados pela Vale S.A.

$$r_{Hp} = \sqrt{\frac{8 \cdot \tau \cdot \mu \cdot \Delta x \cdot L_{p,Hp}}{\varepsilon}} \quad (1) \qquad \tau = \sqrt{1 - ln(\varepsilon^2)} \quad (2)$$

$$r_{KC} = \sqrt{\frac{20 \cdot \mu \cdot \Delta x \cdot L_{p,KC}}{\varepsilon}} \quad (3) \qquad r_{Hc} = \sqrt{\frac{4 \cdot K_{Hc} \cdot \mu \cdot \Delta x \cdot L_{p,Hc}}{\varepsilon}} \quad (4)$$



Figura 1: Sistema de Permeação Líquida.

Resultados e Discussão

A permeabilidade foi de 88,55 $kg.m^{-2}.h^{-1}.bar^{-1}$, Figura 2a. O maior volume diferencial de intrusão foi obtido em um diâmetro de 0,37 µm Figura 2b. De acordo com os modelos (Eq. 1-4), todos estimara diâmetros de poros próximos a esse valor. O valor de tortuosidade do poro por meio do modelo HP foi de 1,7. O modelo HC é aplicável para uma ampla gama de porosidades (Lee et al (2022)). Song et al (2022) afirma o uso dos modelos de KC e HP possui limitações pois supõem a homogeneidade do material

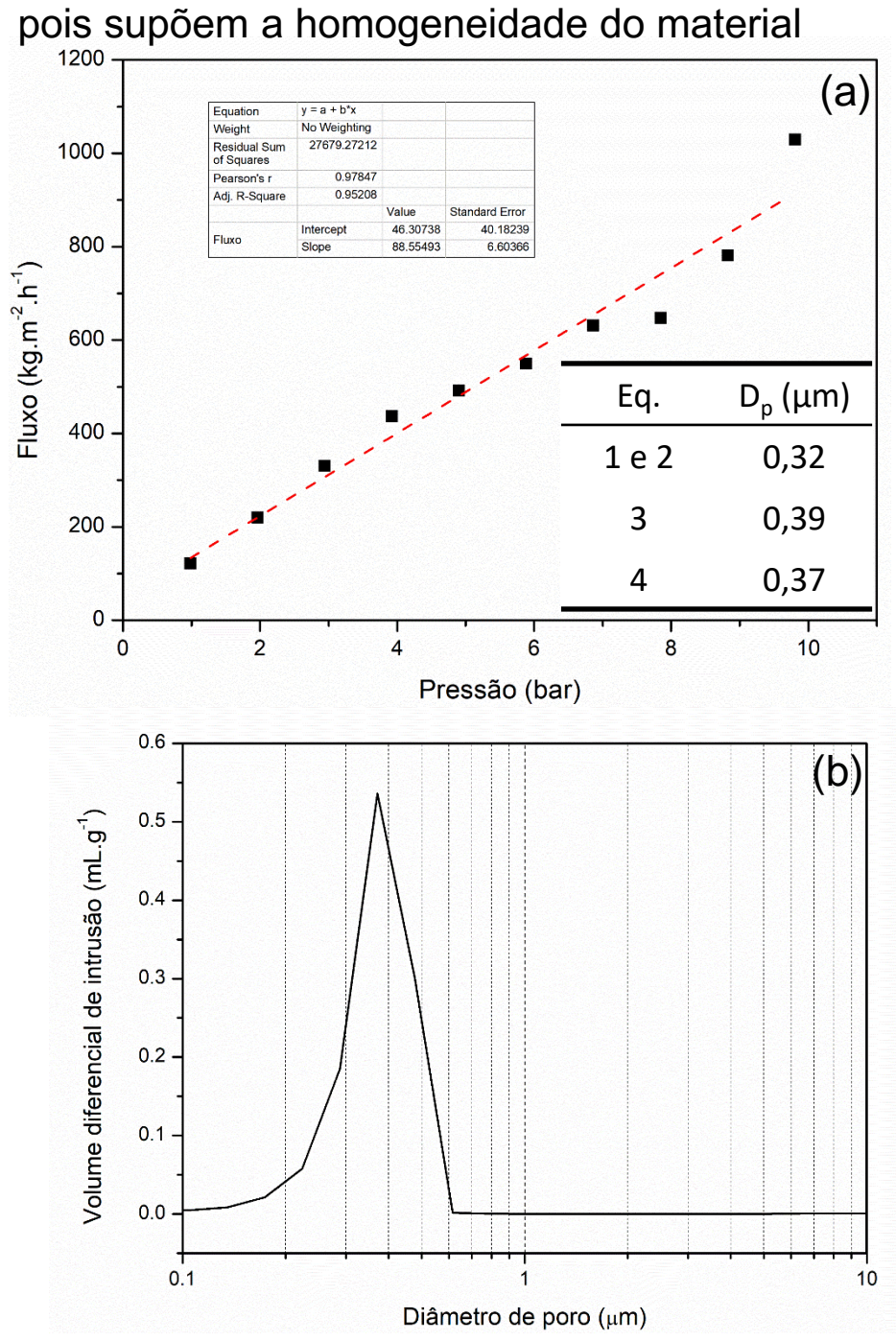


Figura 2. Resultados experimentais

Conclusões

Todos os modelos hidrodinâmicos podem ser utilizados para o cálculo do diâmetro efetivo de poro do substrato. Sendo o modelo HP o mais próximo dos dados porosimetria de Mercúrio pois é aplicável em um ampla faixa de porosidades.

Referências e Agradecimentos

LEE, G. W. et al. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 40, p. 1309-1316, fev. 2023.
SONG, S. et al. **Journal of Membrane Science**, v. 642, n. 119910, fev. 2022.
XIAO, M. et al. **Separation and Purification Technology**, v. 360, n. 131189, jul. 2025.

Os autores agradecem o financiamento da CAPES (Código de Financiamento 001), da FAPEMIG (APQ-02127-24) e da PRPQ, assim como o apoio financeiro do PPGMEC para participação no evento.