

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DA FILTRAÇÃO PLANA COM FORMAÇÃO DE TORTA A PRESSÃO CONSTANTE

Autores: RENAN ZUBA PARRELA, SHARA KATERINE MOREIRA JORGE, STEPHANIE FROES VELOSO, ROSILANNY SOARES CARVALHO, VÂNIA QUEIROZ DA SILVA, FLÁVIA ECHILA RIBEIRO BATISTA, LORENA KARLA SANTOS

Introdução

Diversos modelos matemáticos foram criados com intuito de descrever processos de filtração. Os principais modelos da literatura são: Filtração com formação de torta, filtração cruzada, filtração com bloqueio de poros e filtração em profundidade. O modelo mais amplamente utilizado é o da filtração com formação de torta. Esse modelo se aplica efetivamente no dimensionamento de filtros industriais, na determinação da área de filtração de filtros do tipo prensa ou contínuos rotativos, e no estudo do processo de perfuração de poços de petróleo, em que o fluido de perfuração invade as formações rochosas. (RIPPERGER *et al.*, 2012, CALÇADA *et al.*, 2011)

Chamada de teoria científica da filtração, a modelagem matemática da filtração plana com formação de torta foi desenvolvida nas últimas décadas pelas escolas de Frank M. Tiller (Universidade de Houston, EUA) e Mompei Shirato (Universidade de Nagoya, Japão). Foi desenvolvido um modelo simplificado que atende bem as situações de interesse prático. Foram supostas 10 hipóteses simplificadoras que dizem respeito ao escoamento de fluidos em meios porosos: Fluido considerado newtoniano; meio poroso rígido, estacionário e isotrópico; escoamento lento, isotérmico, incompressível e unidirecional; regime permanente e porosidade uniforme. (MASSARANI, 2002, PEÇANHA, 2014)

A modelagem simplificada leva em consideração o sistema de filtração plana (Fig. 1). Uma mistura heterogênea líquido-sólido escoam em direção a um meio filtrante, este que serve como uma espécie de barreira, bloqueando a passagem dos sólidos. O filtrado, líquido praticamente isento de sólidos, escoam através dos pequenos orifícios do meio poroso. Com o passar do tempo, a camada de sólidos aumenta, o que infere na concentração de sólidos presentes no filtrado, deixando-o gradativamente mais clarificado. A equação de trabalho do sistema é dada por:

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu_F}{A(\Delta P)} \left(\frac{\langle \alpha \rangle C \rho_F}{2A} V + R_m \right) \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual μ_F é a viscosidade do fluido, ρ_F é a densidade do fluido, A é a área de filtração, C é a concentração de sólidos presentes no fluido (p/p), ΔP é a diferença de pressão no sistema, $\langle \alpha \rangle$ é a resistividade média da torta, R_m é a resistência do meio filtrante, V é o volume de filtrados e t o tempo de filtração. A Eq. 1 relaciona o volume de filtrados, V , e o tempo de filtração, t , variáveis facilmente mensuráveis em ensaios de laboratório, com parâmetros intrínsecos da torta e do meio filtrante, $\langle \alpha \rangle$ e R_m respectivamente, possibilitando um aumento de escala (*scale-up*), que é a determinação da área de filtração, A , de um filtro industrial.

O presente trabalho delineou a determinação dos parâmetros de um sistema de filtração plana com formação de torta através de experimentos. A suspensão aquosa filtrada possuía uma concentração de 4% p/p de carbonato de cálcio.

Material e métodos

A. Material utilizado

- Funil de plástico;
- Balança semi-analítica Shimadzu;
- Água deionizada;
- Meio filtrante de tecido Gorgurinho;
- Agitador magnético Novatécnica;
- Kitassato Qualividros 1000 mL;
- Bomba de vácuo 848 W (Quimis);
- Carbonato de cálcio (Synth 99%);

- Termômetro Promolab;
- Mangueiras;
- Suporte.

B. Métodos

Os procedimentos experimentais, ensaios de filtração, foram realizados no laboratório de Engenharia Química do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – *Campus* Montes Claros. O aparato experimental utilizado para realização dos experimentos está indicado na Fig. 2. Era composto por um bécher que servia como reservatório da suspensão de carbonato de cálcio previamente preparada, com uma concentração fixa de 4% (p/p), uma bomba de vácuo, um agitador magnético que mantinha a suspensão em movimento rotatório, o que a impedia de sedimentar no fundo do reservatório, um funil, no qual fixou-se o meio filtrante de tecido, mangueiras, para conexão do reservatório de suspensão com a bomba de vácuo, kitassato, e uma balança. Após o aparato montado, quantificou-se a temperatura da suspensão através do termômetro e iniciou-se os ensaios ligando a bomba. O filtrado era recolhido no kitassato e quantificava-se sua massa através da balança em diferentes tempos de filtração. Os ensaios de filtração foram realizados em triplicata a uma pressão constante, 530 mmHg, manipulada através da sucção da bomba.

Resultados e discussão

Plotaram-se os dados experimentais obtidos t/V em função de V e aproximaram-se esses conjuntos de dados a uma reta (Fig 3). Realizou-se uma regressão linear para obtenção dos coeficientes angular, linear e de determinação da reta. Analisando o coeficiente de determinação, R^2 , percebe-se uma aproximação bem satisfatória dos dados obtidos a reta, 0,99915. A resistividade da torta e a resistência do meio filtrante foram calculadas através da Eq. 1, com os valores dos coeficientes angular e linear obtidos. As espessuras da torta variaram de 0,5 cm a 1,0 cm. Elas dependiam do tempo de filtração. Quanto maior era esse tempo, maior a espessura final da torta.

A resistividade da torta, $\langle \rho \rangle$, e resistência do meio filtrante, R_m , calculados não podem ser correlacionados com valores da literatura uma vez que são específicos para o caso estudado. Segundo BOUCIER D. *et al.* (2016), a granulometria das partículas influencia diretamente no cálculo dos parâmetros obtidos, em que partículas menores acarretam tortas com maior resistividade, portanto, é possível a realização do *scale-up* somente se forem empregadas as mesmas condições dos experimentos, isto é, utilizar carbonato de cálcio da mesma marca, a mesma concentração da mistura heterogênea e condições similares de pressão e temperatura.

Considerações finais

A resistividade média da torta e a resistência do meio filtrante calculados foram $1,282 \cdot 10^9 \pm 0,07 \cdot 10^9$ e $7,706 \cdot 10^9 \pm 0,08 \cdot 10^9$ respectivamente. Através desses parâmetros obtidos é factível o dimensionamento de filtros industriais, sejam eles contínuos rotativos à vácuo ou do tipo prensa utilizando as mesmas condições do presente trabalho: Pressão 530 mmHg, temperatura 26 °C, concentração da suspensão 4% p/p e carbonato de cálcio da marca empregada, assegurando a distribuição granulométrica das partículas.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, C. A. O.. Estudo da filtração cruzada em geometria cilíndrica. **Dissertação**, 2010.
- BOUCIER, D.; FÉRAUD J. P.; COLSON D.; MANDRICK K.; ODE D.; BRACKX E.; PUEL F. Influence of particle size and shape properties on cake resistance and compressibility during pressure filtration. **Elsevier. Chemical Engineering Science** **144**. pg. 176-187. 2016.
- CALÇADA L. A.; SCHEID C. M.; ARAÚJO C. A. O.; WALDMANN A. T. A.; MARTINS A. L.. Analysis of dynamic and static filtration and determination of mud cake parameters, **Brazilian Journal of petroleum and gas**, 2011.
- MASSARANI, G., Fluidodinâmica em sistemas de particulados, **E-papers – 2nd ed.** Rio de Janeiro, 2002.
- PEÇANHA, R. P. Sistemas de particulados. **Elsevier**. (2014)
- RIPPERGER, S., GÖSELE, W., ALT, C. AND LOEWE, T. Filtration, 1. Fundamentals. **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry**. 1–38. 2013
- SVAROVSKY, L., Solid-liquid Separation, **Butterworth-Heinemann**, Oxford, 4^a ed., 2000.

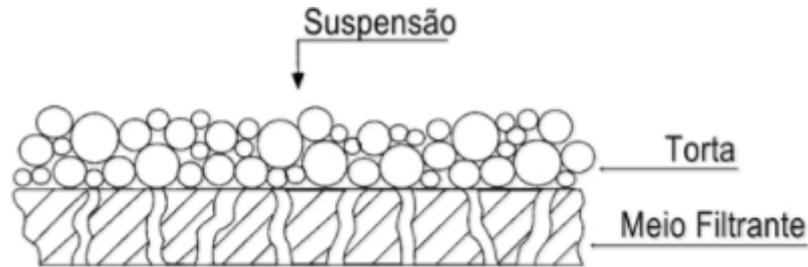


Figura 1. Representação do sistema de filtração plana com formação de torta. (SVAROVSKY, 2000)

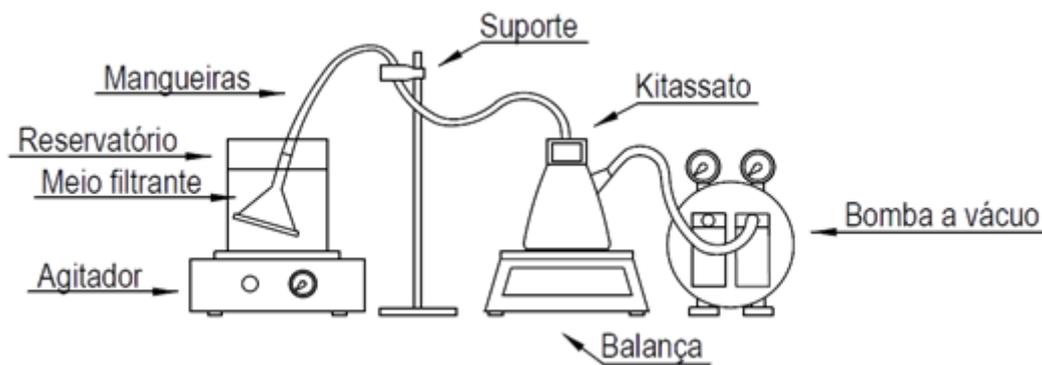


Figura 2. Esquema de unidade para o teste folha.

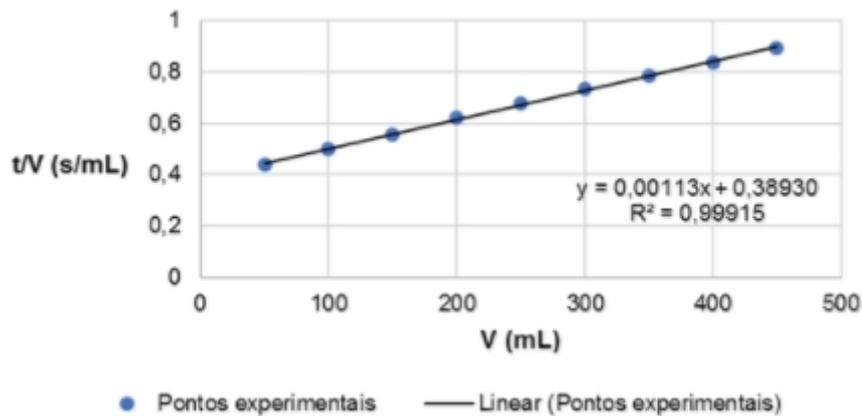


Figura 3. Gráfico que representa os resultados experimentais da filtração plana a uma pressão de 530 mmHg.

Tabela 1. Valores da resistência da torta e resistividade do meio filtrante calculados em diferentes pressões.

ΔP (mmHg)	R_m (1/cm)	$\langle \alpha \rangle$ (cm/g)
530	$1,282 \cdot 10^9 \pm 0,07 \cdot 10^9$	$7,706 \cdot 10^9 \pm 0,08 \cdot 10^9$

11^o FEPEG FÓRUM

ENSINO · PESQUISA
EXTENSÃO · GESTÃO

UNIVERSIDADE, SOCIEDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS

ISSN: 1806-549X

Realização:



SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO SUPERIOR



Apoio:

