

## **INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO COMPORTAMENTO DE FILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS CONTENDO CAL HIDRATADA**

Heitor Otacílio Nogueira Altino<sup>(1)</sup>; Jordana Benfica Silva<sup>(2)</sup>, Abel da Silva Cruvinel<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

heitor.engquimica@gmail.com

<sup>(2)</sup> Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

jordana.academico@gmail.com

<sup>(3)</sup> Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. de Patos de Minas – UNIPAM. abelsc@unipam.edu.br

### **1. INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas a preocupação a respeito da disposição final de resíduos químicos tem aumentado significativamente, tanto por parte das indústrias químicas quanto das instituições acadêmicas e órgãos governamentais (PASCHOALINO *et al.*, 2006).

Efluentes provenientes da construção civil, como resíduos de marmoraria são caracterizados pela presença de cal hidratada, que tem sua composição variável de acordo com a cal virgem de origem. Apresentando partículas de hidróxido de cálcio puro, coloração branca e cristalizando-se com forma hexagonal, em placas lamelares ou prismas (LANA, 2005).

Para a definição do processo de tratamento dos efluentes industriais são testadas e utilizadas diversas operações unitárias. Dentre elas destaca-se a filtração, processo de passagem de uma mistura sólido-líquido através de um meio poroso (filtro), que retém os sólidos em suspensão conforme a capacidade do filtro e permitindo a passagem da fase líquida (SILVA, 2012).

O sistema de filtro prensa funciona de forma intermitente, sendo esta solução é introduzida em câmaras, onde mantas filtrantes estão alojadas. Por meio de aplicação de pressões diferenciais, inicia-se a compressão do material sobre o meio filtrante, fazendo com que o filtrado seja removido, formando-se na câmara uma mistura com teor elevado de sólidos, usualmente denominada de torta (ANDREOLI, 2001). Algumas vantagens desse filtro são: grande área filtrante por unidade de área de implementação, vazamentos são detectados facilmente, manutenção simplificada e econômica devido a sua construção simples. Além da possibilidade de aumentar ou diminuir elementos do filtro para variar sua capacidade (GOMIDE, 1980).

O presente trabalho teve o objetivo estudar a influência da pressão no comportamento da filtração de uma solução de cal hidratada por filtro prensa, além de determinar os parâmetros característicos das tortas formadas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia Química (LEQ) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Para a realização dos testes de filtração, preparou-se 80 L de solução a 50 g.L<sup>-1</sup>, por meio de peneiramento de Cal Prata<sup>®</sup> Hidratada (CH1) em tamis de 16 mesh, pesagem em balança Gehaka<sup>®</sup> BG 1000, dissolução em dois tanques de 40 L de água destilada e homogeneização. Os testes de filtração foram conduzidos em um filtro prensa UFSCar composto por: Placa/Quadro com tela Remae<sup>®</sup> (REF-2073-TC)/Placa nas pressões de: 5, 10, 15, 20 e 25 psi, onde se mensurou o volume de filtrado por tempo. Após cada teste de filtração, mediu-se a espessura da torta em 5 pontos por paquímetro digital MTX<sup>®</sup> Caliber. Já a umidade foi aferida em estufa a 90°C por 24 h.

Através dos dados de volume de filtrado por tempo foi possível determinar a resistência média da torta ( $\langle \alpha \rangle$ ) e a resistência do meio filtrante ( $R_m$ ) por meio da equação geral da filtração (Equação 1) (MASSARANI, 2001).

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu_F}{A\Delta p} \left[ \frac{\langle \alpha \rangle V \rho_F C}{A} + R_m \right], \quad \langle \alpha \rangle = f(\Delta p) \quad (1)$$

Onde  $t$  é o tempo (s),  $V$  é o volume (L),  $\mu_F$  é a viscosidade dinâmica (poise),  $\rho_F$  é a massa específica (g.cm<sup>-3</sup>),  $C$  é a concentração do sólido suspenso (g.g<sup>-1</sup>),  $A$  é a área do filtro e  $\Delta p$  é a queda de pressão. Conforme Massarani (1985) *apud* Araújo (2010) e Gontarski *et al.* (2011), a pressão de filtração se apresenta como um fator decisivo na qualidade do filtrado, sendo possível estabelecer a influência da queda de pressão na resistência da torta por meio da Equação 2 e no meio filtrante pela Equação 3.

$$\langle \alpha \rangle = \alpha_0 \Delta p^s \quad (2)$$

$$R_m = \frac{R_{m0}}{A} \Delta p^m \quad (3)$$

Onde  $m$  é o coeficiente de entupimento do meio filtrante (u.a.),  $R_{m0}$  a resistência do meio filtrante na fase inicial da filtração (m.Pa<sup>-1</sup>),  $s$  o coeficiente de compressibilidade da torta (u.a.) e  $\alpha_0$  a resistência da torta na fase inicial da filtração (m.kg<sup>-1</sup>.Pa<sup>-1</sup>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta influência da pressão de filtração nas características da torta e do filtrado. Quanto a espessura, o aumento da pressão elevou a quantidade torta formada no filtro, acrescentando a espessura de torta. Em relação ao volume de filtrado, ocorreu uma diminuição com a pressão, ou seja, a torta se formou maneira mais veloz em altas pressões impedindo passagem de afluente, resultando em um volume menor de filtrado.

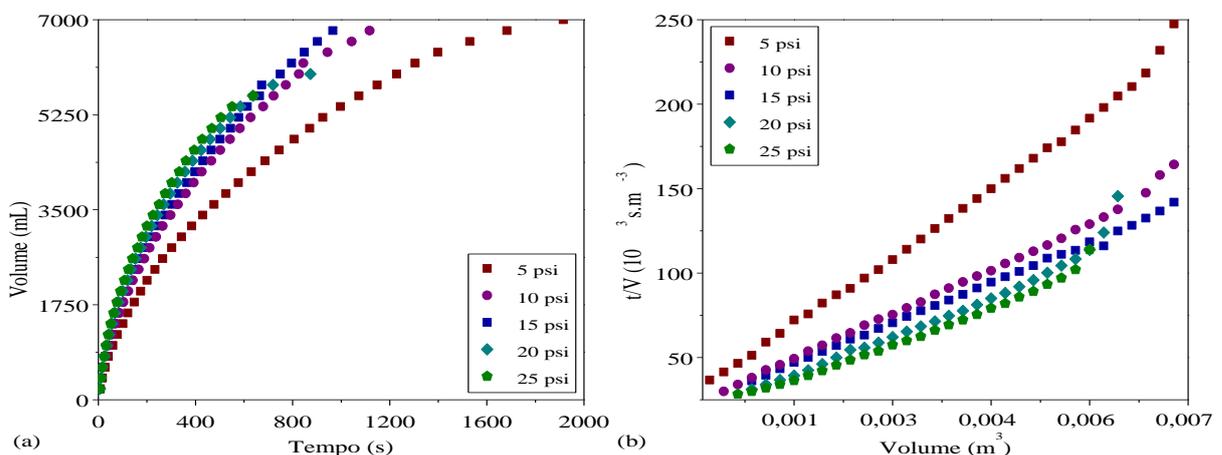
Tabela 1 – Influência da pressão de filtração nas características da torta e do filtrado.

Parâmetros	5 psi	10 psi	15 psi	20 psi	25 psi
Espessura da torta (m)	0,0181	0,0190	0,0197	0,0203	0,0209
Volume de filtrado (m <sup>3</sup> )	7,0000	6,8000	6,8000	6,0000	5,6000
Umidade (%)	45,1622	43,7984	41,4006	40,8954	40,5688

Notou-se ainda uma diminuição na umidade final da torta com a pressão até 20 psi, a partir de onde um novo aumento resultou em uma pequena diminuição da umidade final. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que o aumento de pressão induz a saída de água da torta, todavia em 20 psi alcançou-se o limite de retirada máxima de água.

Na Figura 1 são apresentadas as influências da pressão nos perfis de taxa de filtração, onde nota-se o aumento da inclinação das curvas com o aumento da pressão e uma diminuição na quantidade final de filtrado. Aplicando-se Regressões Lineares (RL) nas retas da Figura 1 (b), obtém-se as os parâmetros  $\langle \alpha \rangle$  e  $R_m$ , como exposto na Tabela 2.

Figura 1 – Influência da pressão nas taxas de filtração (a). Taxas linearizadas de filtração (b).

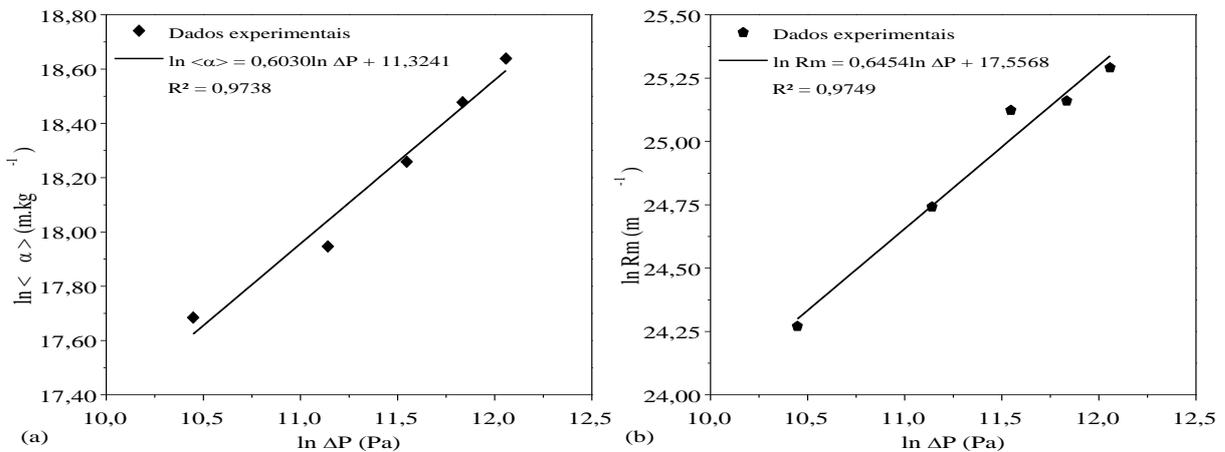


Esboçou-se os dados descritos na Tabela 2 de forma logarítmica na Figura 2, a partir da qual lançou-se mão novamente de RL para determinação de:  $m$ ,  $R_{m0}$  e  $\alpha_0$ . Obtendo-se  $s$  igual a 0,6030 u.a.,  $\alpha_0$  de 82.791,9340  $\text{m.kg}^{-1}.\text{Pa}^{-1}$ ,  $m$  de 0,6454 u.a. e  $R_{m0}$  de 1.315.168,2377  $\text{m.Pa}^{-1}$ .

Tabela 2 – Influência da pressão nos parâmetros  $R_m$  e  $\alpha$ .

P (psi)	Equação linear	$R^2$	$R_m (\text{m}^{-1})$	$\langle \alpha \rangle (\text{m.kg}^{-1})$
5	$t/V = 29.028.127,76V + 28.754,43$	0,9992	34.711.228.753,24	47.890.230,01
10	$t/V = 18.869.127,84V + 23.049,36$	0,9997	55.648.563.683,96	62.260.086,51
15	$t/V = 17.177.223,52V + 22.479,00$	0,9995	81.407.325.424,03	85.016.284,12
20	$t/V = 16.045.619,37V + 17.500,75$	0,9988	84.504.875.313,00	105.887.421,83
25	$t/V = 15.078.552,44V + 15.961,66$	0,9961	96.341.446.449,04	124.382.004,68

Figura 2 – Influência da pressão na  $\langle \alpha \rangle$  (a). Influência da pressão na  $R_m$  (b).



Tais resultados são de fundamental importância para o *scale-up* de filtros-prensa visando o reaproveitamento de águas residuárias contendo cal hidratada e da torta resultante de filtração, a qual pode ser utilizada como aditivo na formulação de diversos tipos de cimento.

#### 4. CONCLUSÕES

- (i) Foi possível descrever a influência da pressão no comportamento da filtração de uma solução de cal hidratada utilizando filtro prensa;
- (ii) Determinou-se os parâmetros característicos tanto da torta quanto dos fenômenos envolvidos na filtração, os quais poderão ser utilizados para o *scale-up* do processo.



## REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento**: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: PROSAB, 2001.

ARAÚJO, C. A. O. de. **Estudo da filtração cruzada em geometria cilíndrica**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

GOMIDE, R. **Operações unitárias**: separações mecânicas. São Paulo: R. Gomide, 1980. 199 p.

GONTARSKI, C. A. U. *et al.* **Filtração**. Curitiba: UFPR, 2011. 31 p.

LANA, E. F. D. **Carbonatação da camada de revestimento do protótipo de concreto com cinza volante cal**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria, 2005.

MASSARANI, G. **Fluidodinâmica em sistemas particulados**. 2. ed. Rio de Janeiro: COPPE, 2001. 152 p.

PASCHOALINO, M. P. *et al.* Incorporação de  $\text{CuSO}_4$  residual em argamassa, como método de disposição final. **Química Nova**, [S.l.], v. 29, n. 4, p. 699-703, jul. 2006.

SILVA, J. V. da. **Tratamento de efluentes da indústria de tintas através da reação de fenton associado ao processo de sedimentação**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.