

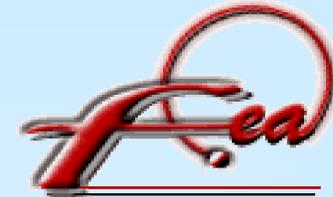


# MODIFICAÇÕES E AVALIAÇÃO DE HIDROCICLONE PARA TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA

Sandra Miziara de OLIVEIRA<sup>1</sup>; Oswaldo KAMEYAMA<sup>1</sup>; Ranulfo Monte ALEGRE<sup>1</sup>.

E-mail: sandramg@fea.unicamp.br

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.  
Financiamento: CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)  
Palavras Chave: Hidrociclone - Água residuária - Separação



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação ambiental vigente, águas residuárias devem ser previamente tratadas antes de lançadas no corpo receptor.

Hidrociclones são utilizados por diversas indústrias para a separação de dois componentes de densidades diferentes com o auxílio da força centrífuga criada pelo fluxo rotacional. A separação de dois líquidos imiscíveis por hidrociclone é incomum, exceto na indústria de óleos, onde é utilizado para remover óleo de águas residuárias. (DELFOSS et al., 2004).

O hidrociclone não tem partes móveis e consiste de uma parte cônica ligada a uma parte cilíndrica. A entrada da alimentação é tangencial à porção superior da parte cilíndrica do ciclone. Uma das aberturas de saída situa-se na extremidade superior da porção cônica e é chamada de "vortex finder", onde descarrega a suspensão diluída (*overflow*). A outra abertura de saída é o "apex" que descarrega a suspensão concentrada (*underflow*) (CHAVES et al., 1996).

No hidrociclone atuam dois mecanismos diferentes sobre a separação de partículas. Um deles é o de sedimentação no campo centrífugo, através do qual as partículas mais pesadas deslocam-se em direção às paredes e depois para a vazão de fundo (*underflow*), enquanto empurram as partículas mais leves para o fluxo ascendente que sai pelo "vortex finder". Outro mecanismo é o arraste das partículas mais leves pelo fluxo ascendente (CHAVES et al., 1996).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de hidrociclone na separação de água e óleos emulsionados, como pré-tratamento para água residuária.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizando uma emulsão de óleo em água, com concentração de 1% (v/v) de óleo em água, agitada por 5 minutos a 22.000 rpm com emulsificador Ultra Turrax da marca IKAT 18 basic.

Os ensaios seguiram o seguinte procedimento: o sistema foi acionado por uma bomba centrífuga de 1HP. Esperou-se o sistema entrar em estado estacionário para a tomada dos dados de vazão volumétrica das correntes de vazão de topo e vazão de fundo. A vazão foi medida com uso de uma proveta de 500 mL e cronômetro, tomou-se três repetições de medidas. A vazão volumétrica da corrente de alimentação é a soma das duas correntes, de vazão de fundo e vazão de topo.

Após a leitura da vazão coleta-se amostras da alimentação, vazão de topo e vazão de fundo, simultaneamente, para posterior análise de DQO (APHA, 1995), para quantificação de óleo nas vazões.

A eficiência ( $\epsilon$ ) de separação do óleo e da água foi calculada segundo a Equação 1.

$$\epsilon = \frac{Q_o(C_o - C_a)}{C_o(Q_o - Q_a)} \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

$Q_o$  = vazão do overflow (mL/s)

$Q_a$  = vazão do alimentação (mL/s)

$C_o$  = DQO da vazão de overflow (mg/L)

$C_a$  = DQO da vazão de alimentação (mg/L)

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1a e 1b apresentam as vazões do *underflow* e a eficiência. A Tabela 1 apresenta as vazões *underflow* ( $Q_u$ ) e *overflow* ( $Q_o$ ) e as respectivas eficiências de remoção DQOs obtidas, para o hidrociclone com alimentação no sentido horário e anti-horário.

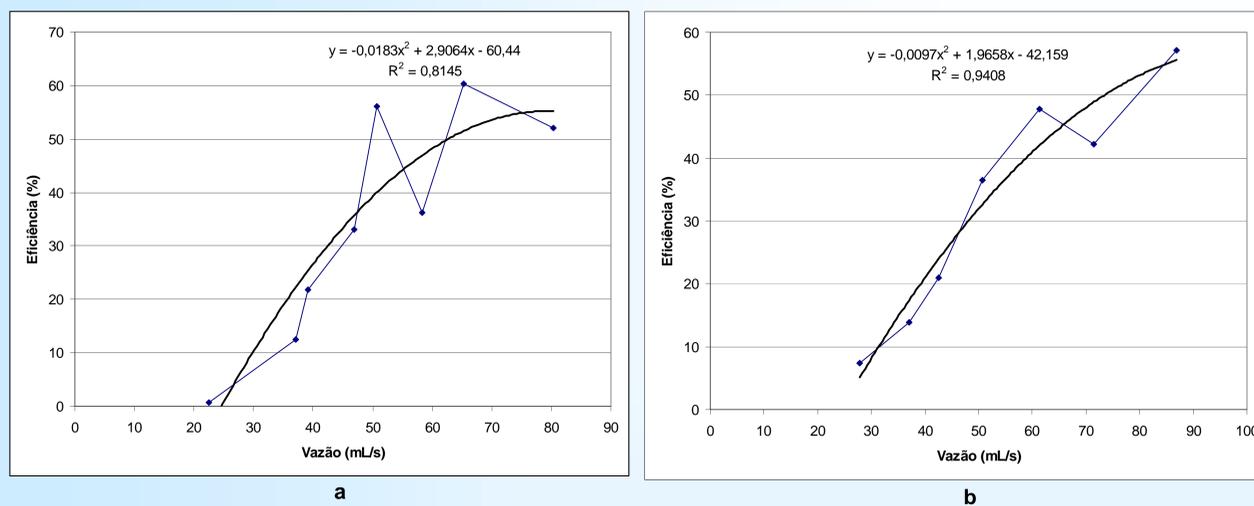


Figura 1 – (a) Gráfico da eficiência de separação pela vazão do overflow sentido horário de alimentação; (b) Gráfico da eficiência de separação pela vazão do overflow sentido anti-horário de alimentação;

A partir dos resultados pode-se observar que a eficiência de separação aumenta com o incremento da vazão do *overflow* até um valor máximo de eficiência próxima a 60%. Após atingido este valor não apresenta melhora com o aumento da vazão do *overflow*. Este comportamento pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 1a. O mesmo comportamento observado para o hidrociclone com alimentação no sentido anti-horário, Figura 1b.

Comparando as eficiências de separação (Tabela 1), observamos valores semelhantes para vazões aproximadas do *underflow* e do *overflow*, o que indica que as componentes da força resultante não proporciona diferença na separação do óleo e da água

## 4. Conclusão

A partir dos resultados, e para as condições experimentais, podemos concluir que:

- Os hidrociclones avaliados apresentaram eficiências pro volta de 60% de separação;
- A eficiência de separação aumenta com o aumento da vazão do overflow;
- A eficiência atinge um valor máximo, na qual o aumento da vazão do overflow não produz aumento de eficiência;
- O sentido da alimentação, anti-horário ou horário, não altera a eficiência de separação.

## 5. Referência Bibliográfica

- APHA (American Public Health Association) – AWWA (American Water and Wastewater Association) – WPCF (Water Pollution Control Federation). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> edition. Washington: APHA, 1995.
- CHAVES, A. P. (organizador). Teoria e Prática do Tratamento de Minérios, Vol. 1 – 1<sup>a</sup> edição. Signus Editora LTDA. São Paulo, 1996. 267p.
- DELFOSS, R.; MURPHY, S.; STANBRIDGE, D.; OLUJIC, Z.; JANSSENS, P. J. A design tool for optimizing axial liquid-liquid hydrocyclones. Minerals Engineering, 17:721-731. 2004.

Tabela 1 - Comparação de eficiência de separação conforma o sentido da alimentação

Alimentação sentido anti-horário			Alimentação sentido horário		
$Q_u$ (mL/s)	$Q_o$ (mL/s)	Eficiência	$Q_u$ (mL/s)	$Q_o$ (mL/s)	Eficiência
93,75	22,56	<b>0,63</b>	86,40	27,92	<b>7,35</b>
55,97	37,04	<b>12,49</b>	55,97	37,04	<b>13,81</b>
65,93	39,13	<b>21,89</b>	71,56	42,47	<b>20,88</b>
66,07	46,87	<b>33,02</b>	-	-	-
49,34	50,63	<b>56,07</b>	51,48	50,67	<b>36,52</b>
39,06	58,36	<b>36,18</b>	40,95	61,42	<b>47,78</b>
21,33	65,36	<b>60,34</b>	21,92	71,50	<b>42,17</b>
39,40	80,38	<b>52,13</b>	43,44	86,96	<b>57,14</b>