

## PROTOCOLO LABORATORIAL

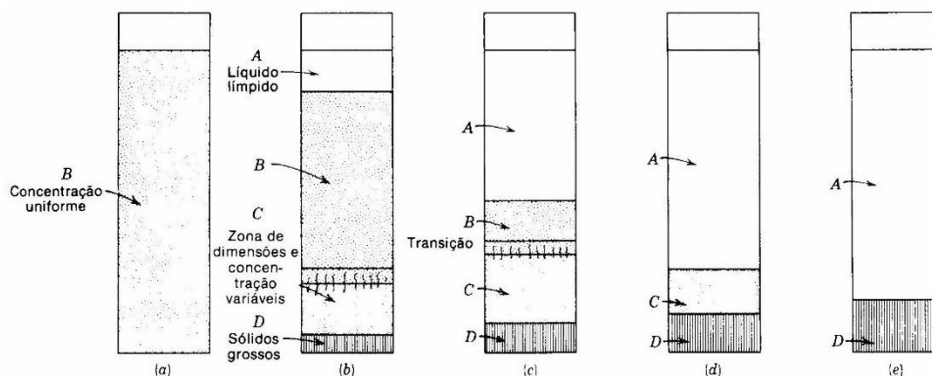
### Sedimentação de lama de carbonato de cálcio

#### 1. Objetivos

Determinar a cinética de sedimentação de uma suspensão aquosa de carbonato de cálcio (massa específica = 2710 kg/m<sup>3</sup>) em função da concentração de sólido.

#### 2. Introdução

A sedimentação é um método de separação por ação da força da gravidade que permite obter um líquido límpido na fase superior (clarificado) e uma lama com elevada concentração de sólidos na fase inferior (espessado). O projeto de sedimentadores é baseado em ensaios de decantação realizados em escala de laboratório:



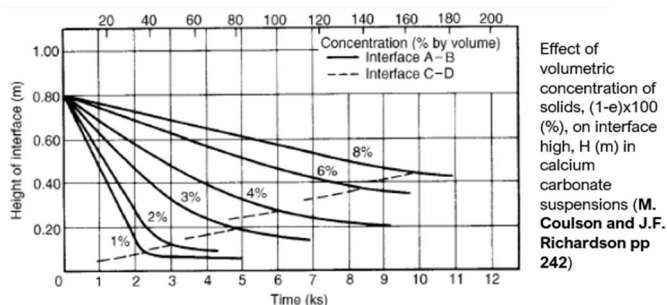
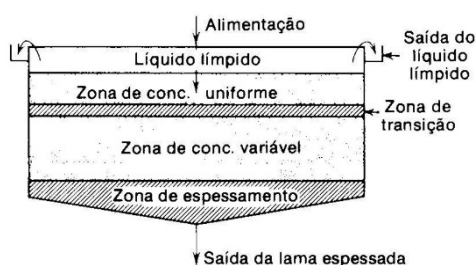
A região D, constituída por sólidos sedimentares inclui predominantemente as partículas mais pesadas, que sedimentam mais rápido. O ponto crítico de sedimentação é o ponto onde se tem apenas 2 fases (e): fase A límpida (superior), livre de sólidos e a fase D, lama (inferior), onde os sólidos estão depositados. A partir do ponto crítico, há apenas uma lenta compressão da lama forçando o líquido que estiver disperso no seu interior a passar para a fase superior (límpida). A velocidade de sedimentação pode ser aproximada pela velocidade de deslocação da interface entre o clarificado e a zona de sólidos:

$$u_c = \frac{dz}{dt} \approx \frac{\Delta z}{\Delta t},$$

sendo  $z$  a altura de interface no instante  $t$ .

Para que a sedimentação ocorra satisfatoriamente, a velocidade ascendente do líquido  $u(z)$  deve ser menor que a velocidade de sedimentação das partículas  $u_c(C(z))$ , para que não haja arrasto das mesmas.

Considerando a variação da altura da interface ao longo do tempo, obtém-se:



verificando-se um decaimento linear da altura da interface A-C que corresponde a uma sedimentação da lama com velocidade  $u_c$  constante. Quanto maior a concentração de sólidos menor é o declive observado, ou seja, há uma diminuição da velocidade de sedimentação. Após um certo tempo de sedimentação, a altura da interface abranda e estabiliza no final ( $u_c = 0$ ).

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1 Materiais

Para esta experiência vai necessitar de uma proveta de 100 mL, um copo, 3 suspensões da amostra de sólido (carbonato de cálcio; massa específica =  $2710 \text{ kg/m}^3$ ) a preparar, cronômetro, balança analítica e água destilada.

#### 3.2 Procedimento experimental

- 1 - Preparar uma quantidade de suspensão da amostra para 3 concentrações por grupo de trabalho, a serem indicadas pelo docente na aula;
- 2 - Para cada concentração de sólido, agitar a proveta, e ao repousá-la sobre a bancada, anotar a altura da interface entre o clarificado e a suspensão com o tempo (em mL, sabendo que 100 mL equivale aproximadamente a 18.4 cm de altura na proveta graduada), iniciando as leituras a intervalos de 30 s até que não ocorra variação no registo do ensaio;

### 4. Resultados e discussão

Registar os resultados experimentais nas Tabelas para cada suspensão. No final da aula, reunir os resultados experimentais dos restantes grupos para tratamento posterior.

#### Análise de Resultados

Efetue os seguintes cálculos:

1. Determine a concentração média de sólidos na zona de espessado em função do tempo (represente graficamente).

2. Determine a porosidade média na zona de espessado em função do tempo (represente graficamente).
3. Para os ensaios que realizou, represente graficamente a velocidade de sedimentação em função da concentração de sólidos tendo em conta o tipo I ou II. Como sugestão pode usar os resultados dos cálculos obtidos para todas as concentrações estudadas no seu turno prático.
4. Estime a velocidade de sedimentação usando um modelo apropriado assumindo que o diâmetro médio das partículas é 118  $\mu\text{m}$ . Como sugestão pode usar um modelo ajustando globalmente todos os resultados dos cálculos obtidos para todas as concentrações estudadas no seu turno prático.
5. Determine o fluxo (médio) de sólidos, a partir da velocidade de sedimentação obtida do modelo usado no ponto 4, em função da concentração de sólidos (represente graficamente).

Discuta de forma crítica os resultados obtidos, incluindo nomeadamente os seguintes pontos:

- Efeito da concentração na velocidade de sedimentação.
- Inflexão na curva de fluxo de sólidos
- Tipo de sedimentação

Deve elaborar todo o tratamento de resultados dos trabalhos práticos 1 e 2 num único ficheiro Excel, comentado com a respetiva discussão, a entregar para avaliação até à data a definir pelo docente.

## 5. Resíduos

Os resíduos produzidos nesta experiência não são tóxicos pelo que não requerem tratamento especial. No fim da experiência deve proceder da seguinte forma:

- O clarificado na proveta deve ser cuidadosamente deposto na linha de esgoto.
- A proveta com a lama espessada deve permanecer no posto de trabalho para recuperação posterior do sólido.
- Deixar o restante material usado na bancada, no respetivo posto de trabalho.

## 6. Bibliografia

- J.M. Coulson and J.F. Richardson, Chemical Engineering, II Vol., 5ª Ed., 2002, Elsevier Butterworth-Heinemann
- Material fornecido nas aulas T e TP de OSF







