

EFEITO DA MISTURA DE PARTÍCULAS E CONCENTRAÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DOS REGIMES DE SEDIMENTAÇÃO: SUSPENSÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO

¹Talysson Suerlan Bezerra de Souza; ¹Carlos Moura Porto; ²Fernando Fernandes Vieira; ²Weruska Brasileiro Ferreira; ²Marcello Maia de Almeida.

¹ Universidade Estadual da Paraíba. Graduando. carlporto@hotmail.com

¹ Universidade Estadual da Paraíba. Graduando. talyson2011@hotmail.com

² Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.
Docente. marcello_maia2000@yahoo.com.br

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi identificar os regimes de sedimentação e a velocidade de sedimentação de misturas de diferentes granulometrias e concentrações para posterior dimensionamento de sedimentadores ou decantadores. No estudo experimental utilizou-se uma proveta volumétrica de 2000 mL e suspensões de carbonato de cálcio com concentrações de 100, 150, 200 e 300 g.L⁻¹ e, com granulometria de 40, 100, 325 Mesh. As curvas de sedimentação foram obtidas a partir do monitoramento da interface entre o líquido clarificado e a região abaixo de concentração uniforme. A partir dos gráficos observou-se as regiões de sedimentação livre, transição e constante. Verificou-se que com o aumento da concentração da mistura a velocidade de sedimentação dos sólidos diminui, devido a influência da maior interação entre as partículas e diminuição dos caminhos livres para queda das partículas. Observou-se que a concentração de 100 g.L⁻¹ obteve visualmente o melhor resultado para construção das curvas de sedimentação.

Palavras-chave: Sedimentação, mistura, regimes, interface.

1 INTRODUÇÃO

Uma variedade de impurezas pode estar contida na água, destacando-se as partículas coloidais, substâncias húmicas e microrganismos em geral. Tais impurezas apresentam carga superficial negativa, impedindo que as mesmas se aproximem uma das outras, permanecendo no meio se suas características não forem alteradas. Para que as impurezas possam ser removidas, é preciso alterar-se algumas características da água e, conseqüentemente, das impurezas, através da coagulação, floculação, sedimentação ou flotação e filtração (DI BERNARDO, 1993).

A sedimentação é um processo bastante utilizado no pré-tratamento de águas de abastecimento. É um dos processos mais amplamente utilizados na separação das fases sólida e líquida, na qual ocorre em um equipamento denominado sedimentador. Tais equipamentos são muito utilizados em indústrias químicas, de tratamento de água e efluentes, em indústrias de beneficiamento de minério, seja para o descarte ou para o aproveitamento do sólido (SILVA, 2004), motivo que desperta o crescente interesse no desenvolvimento de estudos cada vez mais elaborados sobre o assunto.

A maneira mais simples e eficiente para o estudo das condições operacionais de sedimentadores em escala laboratorial consiste basicamente em testes de sedimentação em batelada em suspensões com concentrações iniciais previamente estabelecidas (AROUCA, 2007).

Assim, o modelo matemático para o fenômeno da sedimentação contínua, baseado no modelo matemático para a sedimentação em batelada proposto por (AROUCA 2007). Tal modelo resulta da combinação dos conceitos fenomenológicos de (D'ÁVILA 1978) com os conceitos matemáticos utilizados por (BURGER; CONCHA 1998) para a resolução do problema da sedimentação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização da análise de sedimentação em batelada utilizou uma suspensão de carbonato de cálcio (CaCO_3) com três diferentes granulometrias 40, 100 e 325 Mesh. Foram preparadas analiticamente quatro suspensões de carbonato de cálcio com concentrações de 100, 150, 200 e 300 g.L^{-1} . O monitoramento da curva de sedimentação das suspensões foram realizados em uma proveta de 2000 mL com auxílio de uma fita de papel milimetrado aderido à parede externa. O início do deslocamento foi anotado baseando-se na altura de tempos pré-estabelecidos a cada 20 segundos. Durante a sedimentação das partículas no fundo da proveta, o intervalo de tempo passou de 20 segundos para 5 minutos devido a diminuição da altura da interface.

Os experimentos de sedimentação foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA), do Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual da Paraíba (CCT/UEPB), na cidade de Campina Grande.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam as regiões de sedimentação dos ensaios realizados. A partir destas curvas foi possível identificar os três regimes de sedimentação. Verificou-se que o tempo na região de transição aumentou com a elevação da concentração da suspensão e, também, com o percentual de partículas de granulometria menores, ou seja, de Mesh igual 325. Este fenômeno deve-se, provavelmente, ao fato da maior interferência do movimento destas partículas nesta região.

De maneira geral, observou-se que as curvas apresentam um comportamento convencional de acordo com a literatura estudada.

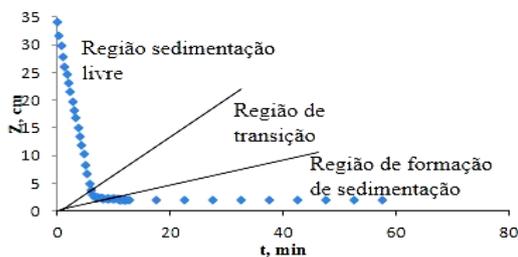


Figura 1 – Curva de sedimentação na $C=100 \text{ g.L}^{-1}$.

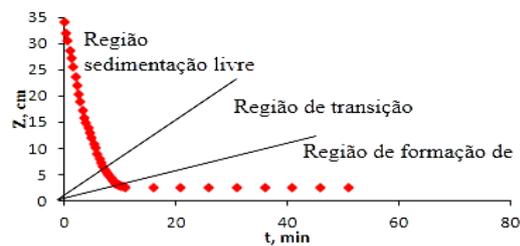


Figura 2 – Curva de sedimentação na $C=150 \text{ g.L}^{-1}$.

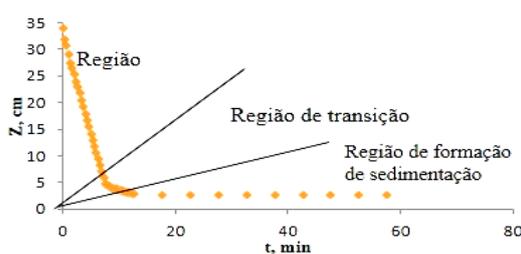


Figura 3 – Curva de sedimentação na $C=200 \text{ g.L}^{-1}$.

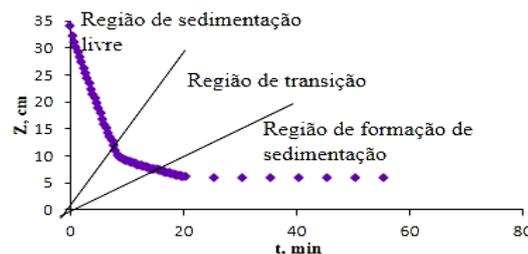


Figura 4 – Curva de sedimentação na $C=300 \text{ g.L}^{-1}$.

3.1 Região De Sedimentação Livre

A partir das curvas de sedimentação obteve-se na parte inicial do monitoramento da curva de

sedimentação uma região com velocidade constante. Segundo Foust (1982) este comportamento ocorre, pois no início as partículas maiores sedimentam a uma taxa muito elevada, porém constante. Nesta região utilizou-se um ajuste linear aos dados experimentais para determinação da velocidade de sedimentação livre. Os modelos de acordo com o coeficiente de determinação mostraram-se satisfatório com valores em média acima de 0,99. As Figuras 5, 6, 7 e 8 representam a região de sedimentação livre nas diferentes concentrações.

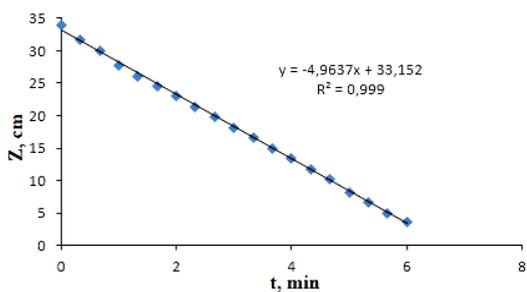


Figura 5 – Curva de sedimentação na $C=100 \text{ g.L}^{-1}$.

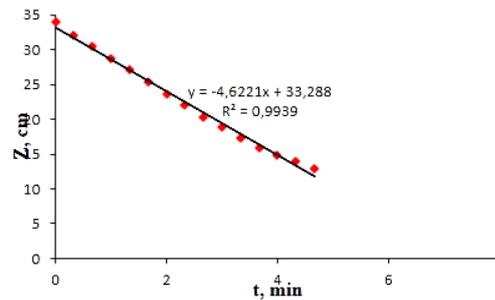


Figura 6 – Curva de sedimentação na $C=150 \text{ g.L}^{-1}$.

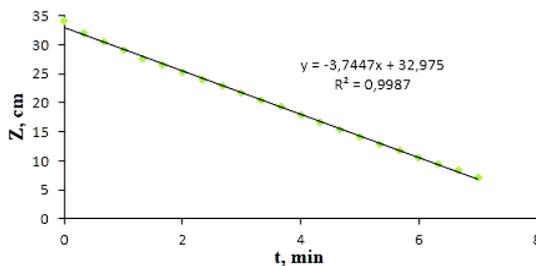


Figura 7 – Curva de sedimentação na $C=200 \text{ g.L}^{-1}$.

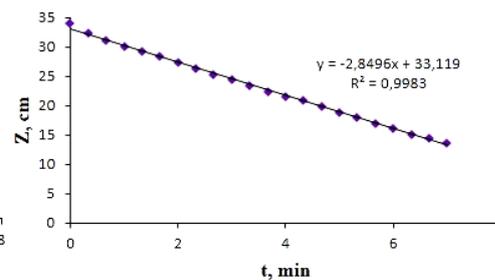


Figura 8 – Curva de sedimentação na $C=300 \text{ g.L}^{-1}$.

3.2 Região De Transição

Na curva de sedimentação, foi possível identificar a região de transição como observado nas Figuras 9, 10, 11 e 12. Os dados experimentais foram ajustados a um modelo de potência, os resultados foram satisfatórios, apresentando um coeficiente de determinação, em geral, superior a 0,99.

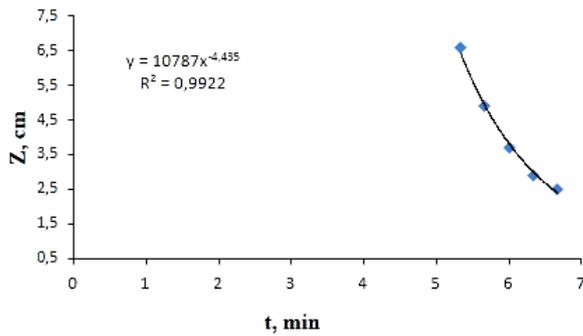


Figura 9 – Curva de sedimentação na $C=100 \text{ g.L}^{-1}$.

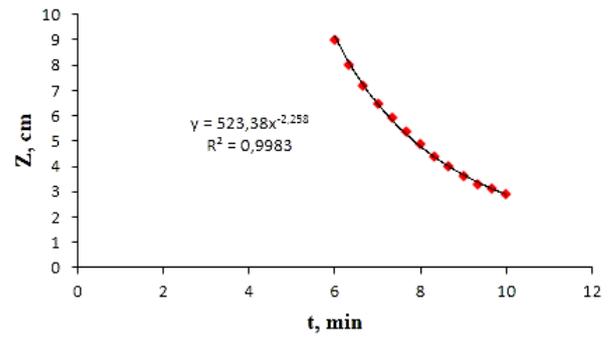


Figura 10 – Curva de sedimentação na $C=150 \text{ g.L}^{-1}$.

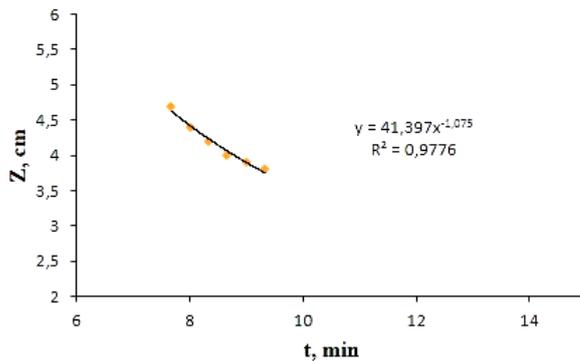


Figura 11 – Curva de sedimentação na $C=200 \text{ g.L}^{-1}$.

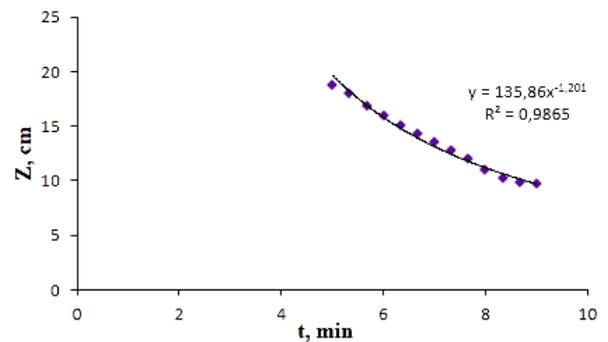


Figura 12 – Curva de sedimentação na $C=300 \text{ g.L}^{-1}$.

3.3 Região de Formação do Sedimento

As Figuras 13, 14, 15 e 16 apresentam o monitoramento da curva de sedimentação na região de formação do sedimento. Segundo Vaz (2010), a velocidade nesta fase é muito baixa, pois as partículas atingem uma altura máxima mantendo tempos longos por um período constante.

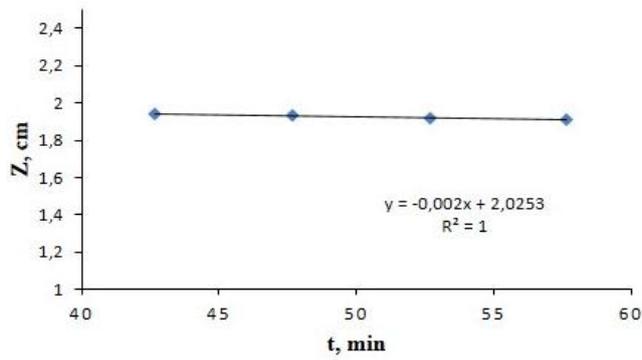


Figura 13 – Curva de sedimentação na C=100 g.L⁻¹.

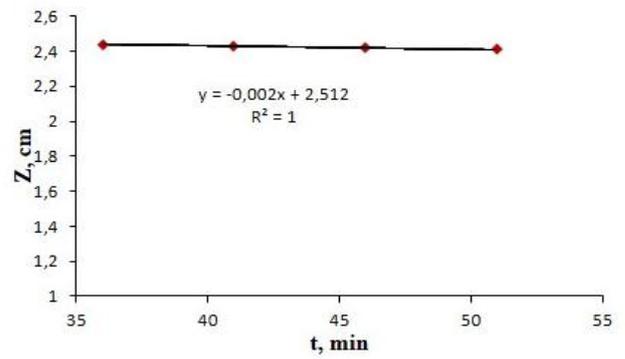


Figura 14 – Curva de sedimentação na C=150 g.L⁻¹.

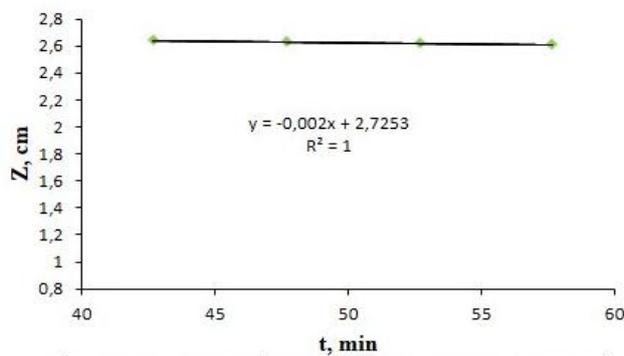


Figura 15 – Curva de sedimentação na C=200 g.L⁻¹.

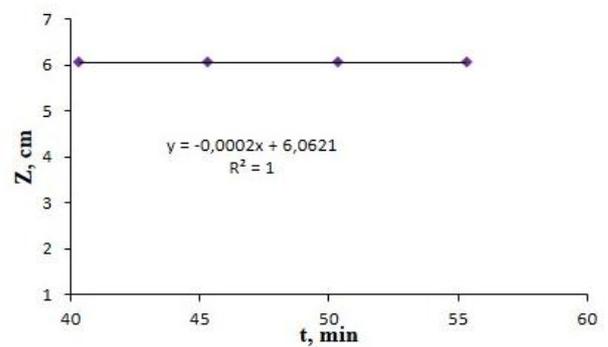


Figura 16 – Curva de sedimentação na C=300 g.L⁻¹.

Após o ajuste linear dos dados experimentais, observou-se uma diminuição da velocidade com o aumento da concentração da suspensão de carbonato de cálcio e maior quantidade de partículas de granulometria menores, este fenômeno pode ser explicado pela maior interação e interferência destas partículas que sedimentam lentamente. Este comportamento é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Velocidade na região de sedimentação livre nas concentrações e Mesh diferentes.

Concentração (g. L ⁻¹)	Mesh			R ²	Velocidade (cm.mim ⁻¹)
	325	100	40		
100	40	40	20	0,999	4,9637
150	60	60	30	0,994	4,6221
200	80	80	40	0,998	3,7447
300	120	120	60	0,998	2,8496

A Tabela 2 apresenta a velocidade de região de formação do sedimento para concentrações e Mesh diferentes. Verificou-se que a velocidade tende a valores próximos a zero o que é esperado, haja vista que no final da sedimentação ocorre um empacotamento das partículas fazendo com que a velocidade seja muito pequena tendendo a zero.

Tabela 2. Velocidade de região de formação do sedimento para concentrações e Mesh diferentes.

Concentração (g. L ⁻¹)	Mesh			R ²	Velocidade (cm.mim ⁻¹)
	325	100	40		
100	40	40	20	1	0,002
150	60	60	30	1	0,002
200	80	80	40	1	0,002
300	120	120	60	1	0,0002

4 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostram que o método de separação sólido-líquidos por sedimentação da suspensão de carbonato de cálcio ensaiada tornou possível a discriminação física da operação puramente mecânica e a visualização das três regiões de sedimentação. A dimensão do tamanho das partículas interfere diretamente na operação sedimentação, ou seja, granulometrias maiores (partículas grossas) sedimentam mais rapidamente do que granulometrias menores (partículas finas). Obtendo-se a velocidades maiores em granulometrias maiores devido a interação e a formação de flocos maiores. Por outro lado, a concentração de 100g.L^{-1} se destacou por apresentar tempos mínimo na formação da região compactada. De maneira geral, é importante analisar o estudo da operação sedimentação sob o ponto de vista da formação de diferentes regiões para estimar a velocidade de decantação nestas fases para posterior dimensionamento de sedimentadores ou decantadores.

5 REFERÊNCIAS

- AROUCA, F. O. Uma contribuição ao Estudo da Sedimentação Gravitacional em Batelada. 2007. 286f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2007.
- BURGER, R.; CONCHA, F. Mathematical model and numerical simulation of settling of flocculated suspensions. *International Journal of Multiphase Flow*, v. 24, p. 1005 - 1023, 1998.
- D`ÁVILA, J. S. *Um Modelo matemático para sedimentação*. Tese (Doutorado) – COPPE/UFRJ, 1979.
- DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
- FOUST, A. Princípios das Operações Unitárias, 2ª ed. Editora LTC, 1982.
- SILVA, T. A. Estudo Teórico-Experimental da Operação de Sedimentadores Divergentes. Dissertação de Mestrado, FEQ/UFU, Uberlândia, Brasil, 2004.
- VAZ, L. M. O. Análise dos processos de floculação e sedimentação no tratamento de água. Universidade federal de Uberlândia. Faculdade de engenharia química, 2010.