

Uma Visão para o Ensino Médio dos Conceitos Inerentes aos Processos Químicos

Afonso, H. M. C.¹; Costa Jr., E. F.²; Costa, A. O. S.²

¹ Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Curso de Graduação em Engenharia Química
Departamento de Engenharia Rural, CCA, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alegre, ES, Brasil

Resumo

Neste trabalho são apresentados, às alunas do ensino médio da rede pública de ensino do ES, conceitos inerentes aos processos químicos. Para isto, os conceitos teóricos foram explorados empregando-se aulas teóricas e montagem experimental. Os conceitos trabalhados ampliam o conhecimento usualmente ofertado no ensino médio e motiva a participação dos alunos na elaboração de estudos mais avançados.

Keywords (Palavras chaves): balanço de massa, montagem experimental, simulação.

1. Introdução

Algumas iniciativas do governo federal do Brasil objetivam a ampliação do número de profissionais com formação na área tecnológica. O presente trabalho caracteriza-se como uma destas iniciativas (Edital MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras 18/2013; Processo: 409956/2013-9). O objetivo geral deste trabalho consiste em apresentar às alunas do ensino médio da rede pública do ES aspectos inerentes aos processos químicos industriais, incentivando assim o ingresso destas alunas na universidade.

A utilização de aulas experimentais no nível médio é um recurso didático eficaz, uma vez que propõe aos alunos um maior entendimento da teoria, motivando-os a aprender mais sobre o assunto, e uma melhor qualificação^{1,2}. Portanto, o desenvolvimento deste projeto alia conceitos teóricos com montagens experimentais. Os conceitos fundamentais dos processos químicos trabalhados neste estudo envolvem os princípios da conservação da massa^{3,4,5,6} e o efeito da coluna de líquido sobre a vazão de saída de líquido em um tanque⁷. Ressalta-se que tais conceitos se mostram presentes na grande maioria dos processos reais industriais^{4,5,6}.

2. Materiais e Métodos

Os conceitos de vazões volumétricas, velocidade de escoamento de um líquido por um furo, balanços de massa e densidade foram apresentados, aliando a teoria com montagem experimental (ME), Figura 1. A ME empregada foi proposta, calibrada e os dados experimentais foram coletados contanto com a

participação das alunas do ensino médio. O procedimento experimental seguiu as seguintes etapas: (i) o tanque era inicialmente preenchido com água até a altura máxima de 0,155m (h_0), que corresponde a 5L; (ii) a torneira (ponto 1, Figura 1) era totalmente aberta e o cronômetro era disparado; (iii) em alturas previamente definidas (h), os valores de tempo (t) eram coletados; (iv) o experimento encerrava-se quando a coluna de líquido atingia um altura de 0,035m, localizada acima da torneira.



Figura 1: Montagem experimental empregada no projeto.

A dinâmica do sistema foi analisada através dos dados experimentais e de modelagem matemática (balanço de massa dinâmico). Para a modelagem do processo considerou-se: (i) o tanque possui um diâmetro constante igual a 0,28m e uma área A_t ; (ii) o diâmetro de saída (na torneira) é igual a 0,008m e uma área A_s . (iii) a densidade do sistema é constante ao longo do tempo; (iv) a resistência à passagem de fluido na torneira foi desconsiderada. Foram analisadas duas situações.

Na primeira, a vazão de saída (v_s) foi considerada constante e igual a $4,065 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ (41 mL/s). Neste caso, o efeito da coluna de líquido sobre a vazão de saída foi desconsiderado. A solução da equação diferencial ordinária, resultante da aplicação do balanço de massa, é apresentada na Equação (1).

$$h = h_0 - \frac{v_s}{A_t} \cdot t \quad (1)$$

Na segunda situação, o efeito da coluna de líquido sobre a vazão de saída foi considerado⁷. Sendo assim, a solução da equação diferencial ordinária, resultante da aplicação do balanço de massa, é apresentada na Equação (2), onde g é a gravidade.

$$h = \left[h_0^{\frac{1}{2}} - \frac{A_s}{A_t \cdot 2} \cdot (2 \cdot g)^{\frac{1}{2}} \cdot t \right]^2 \quad (2)$$

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho, Figuras 1 e 2, foram apresentados e discutidos com as alunas do ensino médio.

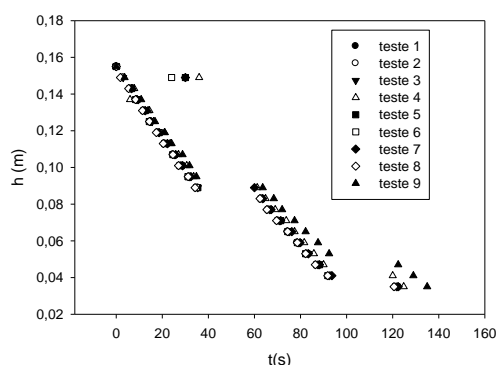


Figura 2: Valores experimentais da altura (h) em função do tempo (t).

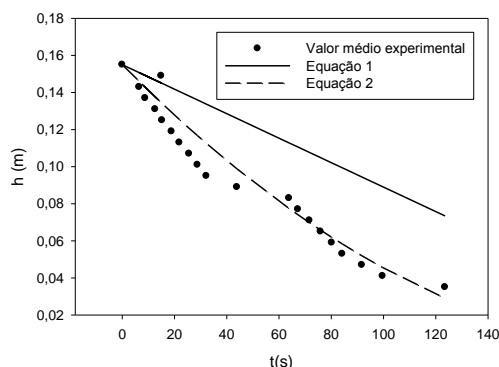


Figura 3: Comparação dos dados reais e os valores simulados.

Objetivando a efetiva participação das alunas envolvidas, foram realizadas 9 réplicas do experimento. Os resultados (Figura 2) evidenciam que foi possível uma satisfatória reprodutibilidade do processo. Ressalta-se que as aparentes descontinuidades, observadas para alturas de aproximadamente $0,09 \text{ m}$ e

$0,04 \text{ m}$, são explicadas considerando-se a não uniformidade do diâmetro do tanque.

Médias dos valores experimentais foram comparadas com os valores simulados empregando-se as Equações 1 e 2. Os resultados obtidos (Figura 3) evidenciam que, a adoção de uma vazão constante de saída não se mostrou adequada (Equação 1). Os melhores resultados foram obtidos quando foi considerado o efeito da altura de coluna de líquido na velocidade de saída do fluido (Equação 2).

4. Conclusões

Um aprofundamento nos conceitos teóricos, com o auxílio de aulas diversificadas, é essencial para a formação de alunos qualificados e motivados pelo estudo. Especialmente considerando o processo de esvaziamento do tanque, foi possível aliar a teoria com a prática. Tal tarefa nem sempre se mostra corriqueira e desperta o interesse dos alunos para estudos mais avançados. Desta forma, com o desenvolvimento deste estudo, as alunas do ensino médio não só agregaram valores às disciplinas escolares; em especial física, química e matemática; como também desenvolvem interesse sobre o conteúdo.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto (Edital MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras 18/2013; Processo: 409956/2013-9) e pela bolsa de produtividade DTI. Estes agradecem ainda à FAPES pela bolsa Pesquisador Capixaba.

6. Referências

- [1] LOBÔ, S. F.; MÜLLER, K. A. Z. Rev. Química Nova, v.35, p. 430-434, 2012.
- [2] DE SOUSA, R. S.; ROCHA, P. P.; GARICIA, I. T. S. Rev. Química Nova, v.34, p. 220-228, 2012.
- [3] HIMMELBLAU, D. M.; J. B., Engenharia Química – Princípios e Cálculos, 7ªed., Rio de Janeiro, LTC, 2006.
- [4] Felder, R. M.; Rousseau, R. W. Princípios elementares dos processos químicos. 3ª edição, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.
- [5] Shreve, R. N., Brink, J. A., Indústrias de Processos Químicos, 4ªed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.
- [6] Perry, R.H.; Green, D.W. Perry's Chemical Engineer's Handbook, 8th ed., McGraw-Hill, 2007.
- [7] FOX, R. W., McDONALD, A. T., PRITCHARD, P. J., Introdução à Mecânica dos Fluidos, 6ªed., Rio de Janeiro, LTC, 2006.