



DESENVOLVIMENTO DE FILTRO DE LEITO POROSO PARA A DISCIPLINA ‘OPERAÇÕES UNITÁRIAS NAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS II’ DO CURSO DE ENG. DE ALIMENTOS - UFC

Nathan H. Nogueira – nhnogueira@gmail.com
Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Av. Mister Hull, s/n – Pici, Bloco 858
60455-760 – Fortaleza – Ceará

Dyana C. Lima – dyana.carla@gmail.com
Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Av. Mister Hull, s/n – Pici, Bloco 858
60455-760 – Fortaleza – Ceará

Luis G. L. Nascimento – phi.gustavo@gmail.com
Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Av. Mister Hull, s/n – Pici, Bloco 858
60455-760 – Fortaleza – Ceará

Andrea C. de Aquino – andreacdeaquino@gmail.com
Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Av. Mister Hull, s/n – Pici, Bloco 858
60455-760 – Fortaleza – Ceará

Resumo: *Para o desenvolvimento acadêmico e profissional de discentes de cursos superiores é necessário aliar teoria e prática. Entretanto, a realidade das universidades do país dificulta a aquisição de equipamentos que permitam aulas práticas de qualidade. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de um filtro de leito poroso para auxiliar no aprendizado da Disciplina ‘Operações Unitárias na Indústria de Alimentos II’ da turma de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. O material utilizado para construção do ‘equipamento’ foi: suporte para garrafão de água, recipiente plástico, solução de farinha de trigo, algodão, carvão ativado, lã acrílica, areia grossa, areia fina, pedrisco e brita. O filtro desenvolvido permitiu a compreensão do mecanismo de filtração por leito poroso, permitindo avaliar diferenças de turbidez inicial e final e a razão da redução do volume do filtrado com decorrer do tempo. Como resultado, verificou-se um permeado transparente próprio da filtração.*

Palavras-chave: *Desenvolvimento, Engenharia, Filtração, Leito Poroso.*

Organização



Promoção





1 INTRODUÇÃO

As aulas práticas podem ajudar bastante no desenvolvimento dos conceitos científicos ministrados numa disciplina, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar, de forma objetiva à rotina profissional e desenvolver soluções para problemas complexos (LUNETTA, 1991). Além disso, pode ser utilizada como um fim em si só, enfatizando a necessidade de mudança de atitude com a natureza e seus recursos, possuindo profunda significância no âmbito social (VASCONCELOS et al., 2002). No entanto, o aspecto formativo das atividades práticas experimentais tem sido negligenciado, muitas vezes, ao caráter superficial, mecânico e repetitivo em detrimento ao aprendizado teórico-prático que se mostre dinâmico, processual e significativo (SILVA e ZANON, 2000).

Para que as aulas práticas em Laboratórios alcancem seus objetivos são necessários equipamentos que permitam a visualização dos fenômenos aprendidos em sala de aula. Entretanto, nem sempre as Universidades do país possuem meios para adquirir tais instrumentos sendo, portanto, de responsabilidade dos futuros engenheiros desenvolver soluções simples, baratas, mas não menos eficazes para situações-problema.

A filtração é uma operação unitária de separação de partículas sólidas contidas em um fluido (líquido ou gás) seja para sua concentração seja para recuperação do fluido puro. Nesse mecanismo, o sólido fica retido num meio poroso e o fluido atravessa esse meio, sendo a força motriz do processo uma diferença de pressão através da gravidade, vácuo, forças centrífugas ou pressão.

O filtro de leito poroso granular é um tipo de filtro que possui operação simplificada e constitui-se por um leito formado por camada de materiais granulados e acomodados sobre uma placa perfurada. A utilização desse tipo de filtração é recomendada quando se pretende remover partículas sólidas suspensas encontradas em baixas concentrações, com o fluido de alimentação escoando através do leito.

O presente trabalho teve o objetivo de desenvolver um filtro de leito poroso que permita a compreensão do mecanismo de filtração (porosidade/adsorção), analisar diferenças de turbidez entre amostras e, finalmente, avaliar a redução do volume de permeado com o tempo durante o processo de filtração.

2 METODOLOGIA

O filtro de leito poroso foi construído a partir de uma adaptação, usando um suporte de garrafão de água, composto de uma base de apoio plástica e um recipiente de acrílico. Além disso, para complementar o desenvolvimento do equipamento foi necessário um recipiente de plástico. A base do recipiente de acrílico foi perfurada diversas vezes com uma furadeira de impacto para se obter orifícios, a fim de permitir a passagem do permeado. O filtro construído apresentou 10,3 cm de raio, medido com auxílio de paquímetro.

Figura 1. Base perfurada.

Organização



Promoção





O procedimento padrão, para construção de filtros de leite poroso, exige que as camadas filtrantes estejam em uma ordem pré-definida de acordo com a porosidade dos materiais. Essa disposição prevê que as camadas sejam inseridas no recipiente de acrílico, do material menos poroso para o mais poroso. Assim, a camada filtrante foi inserida na seguinte ordem: Algodão, Carvão Ativado, Lã Acrílica, Areia Fina, Areia Grossa, Pedrisco e Brita.

Figura 2. Disposição das camadas em ordem pré-estabelecida.



Em seguida, acoplou-se o recipiente de plástico entre a base de apoio plástica e o recipiente de acrílico. Esse novo recipiente serviu para coletar o permeado obtido.

Figura 3. Filtro de leite poroso finalizado.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



A alimentação utilizada foi uma solução de farinha de trigo de alta concentração – alta turbidez. Ela foi introduzida pela parte superior do equipamento e, a partir daí, iniciou-se o processo de filtração por leito poroso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros básicos necessários para os cálculos referentes à operação de filtração, considerando pressão constante e formação de torta incompressível, são vazão do filtrado e tempo de filtração, uma vez que os demais componentes presentes na equação geral da filtração são invariáveis para a dada condição de operação.

Os valores dessas variáveis podem ser obtidos facilmente, utilizando instrumentos básicos de medição, como proveta e cronômetro. A tabela 1 expõe os dados que foram obtidos experimentalmente.

Tabela 1. Valores coletados de tempo de filtração (s) e volume de filtrado acumulado (m³).

Tempo (s)	Volume Acumulado (m ³)
60	0.00005
120	0.000083
180	0.000111
240	0.000138
300	0.000161
360	0.000183
420	0.000204
480	0.000224
540	0.000243
600	0.000261

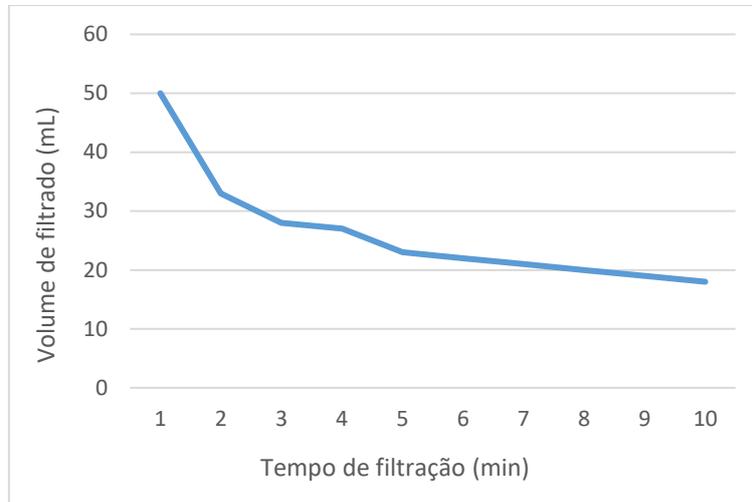
A partir da Figura 4, é possível notar que o volume de permeado, com o passar do tempo, diminui. Isso pode ser explicado, pois, no decorrer do processo, surgiram as resistências do meio filtrante e da torta formada, gerando perda de carga, que dificultou a filtração.

Organização

Promoção

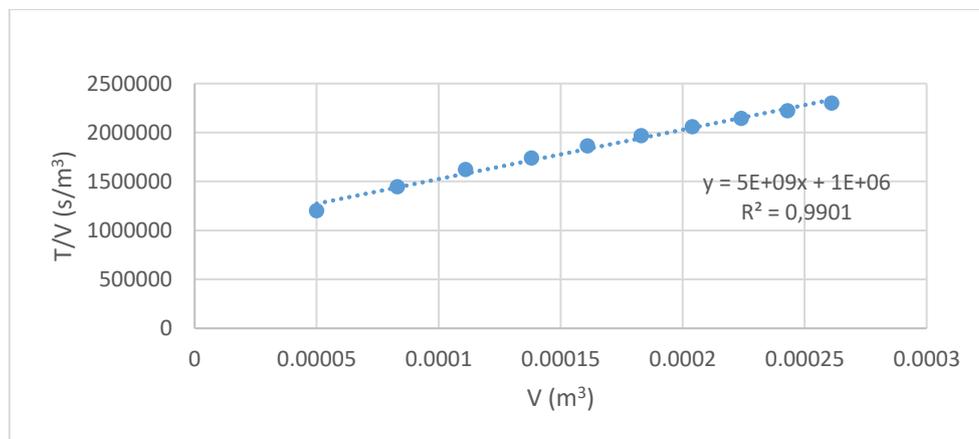


Figura 4. Volume de filtrado não-acumulado (mL) *versus* tempo de filtração (min).



A partir dos dados fornecidos na Tabela 1, foi possível obter a Figura 5, a qual relaciona t/V *versus* V .

Figura 5 – Aproximação linear para filtração em leito poroso (t/V *versus* V).



Assim, foi possível encontrar os valores do coeficiente linear e angular por meio da aproximação linear. A equação geral da reta para filtração em leito poroso segue abaixo.

$$\frac{t}{v} = \left[\frac{K\Delta P}{2} \right] V + \frac{1}{Q_0} \quad (1)$$

A equação da reta obtida foi: $y = 5 \cdot 10^9 x + 10^6$. De posse dos dados de viscosidade do filtrado, concentração total dos sólidos e diferença de pressão, seria possível calcular a resistência da torta (α) e do meio filtrante (R_m) através das Equações (2) e (3).



$$a = \frac{\mu \alpha c_s}{A^2 (-\Delta p)} \quad (2)$$

Onde, $a = K \Delta P / 2$

$$b = \frac{\mu R_m}{A (-\Delta p)} \quad (3)$$

Onde, $b = 1/Q_0$

E, por fim, realizar o redimensionamento de escala do equipamento, aumentando suas proporções dimensionais (*scale up*).

Com relação à turbidez, verificou-se uma redução considerável de coloração, com o decorrer do tempo, da solução de farinha de trigo da alimentação para as soluções de permeado que foram coletadas, indicando que a filtração foi eficaz.

Figura 6. Diferença de turbidez: $t_1 = 0\text{min}$; $t_2 = 5\text{min}$;
 $t_3 = 10\text{min}$, da esquerda para a direita.



Com relação à disposição das camadas filtrantes, observou-se a formação de torta entre as camadas de Pedrisco e Areia Grossa, indicando que a solução de farinha de trigo apresenta granulometria intermediária entre os dois materiais.

Figura 7. Formação de torta.



Organização

Promoção



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível avaliar a eficácia do filtro de leito poroso por meio da análise visual de turbidez, a qual indicou diferença considerável da amostra inicial de alimentação para a amostra final de filtrado. Permitiu-se, também, notar a redução de volume de filtrado com o decorrer do tempo, devido à formação de torta que aumenta a resistência total à passagem da solução de alimentação.

O desenvolvimento de equipamentos é uma etapa intermediária no processo de aprendizado em operações unitárias, uma vez que permite o desenvolvimento de novas habilidades e a compreensão do funcionamento de equipamentos similares a industriais, elevando o nível de conhecimento e capacitando os futuros engenheiros para novos desafios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA CUNHA, A. M.; BRAGA E SILVA, G.; MONTE-MOR, J. A.; DOMICIANO, M. A. P.; VIEIRA, R. G. **Estudo de Caso abrangendo o ensino interdisciplinar de Engenharia de Software**. Setembro de 2008.

LUNETTA, V. N. Atividades práticas no ensino da Ciência. **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n. 1, 1991, p. 81-90.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.182 p.

TADINI, C. C.; TELES, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. DE A. **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. Editora LTC.

VASCONCELOS, A. L. S.; COSTA, C. H.C.; SANTANA, J. R.; CECCATTO, V. M. **Importância da abordagem prática no ensino de biologia para a formação de professores**. In: VI Semana Universitária da UECE, Limoeiro do Norte–CE, 2002.

DEVELOPMENT OS POROUS BED FILTER FOR DISCIPLINE ‘UNIT OPERATIONS IN THE FOOD INDUSTRIES II’ OF THE FOOD ENGINEERING COURSE - UFC

Abstract: *For the academic and professional development of students of Engineering Courses are required for learning and practice. Experience of universities in the country makes it difficult to acquire equipment that allows practical classes of quality. Therefore, the objective of the present work is to develop a porous bed filter to assist in teaching the subject 'Operations Units in the Food Industry II' of the Food Engineering Course of the Federal University of Ceará. The material used to construct the equipment: support for water bottle, plastic*

Organização



Promoção



Joinville/SC – 26 a 29 de Setembro de 2017
UDESC/UNISOCIESC
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em
Engenharia”



COBENGE 2017
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

container, solution of wheat flour, cotton, activated charcoal, acrylic can, coarse sand, fine sand, bricklayer and gravel. The developed filter allowed an understanding of the porous bed filtration mechanism, allowing initial and final turbidity evaluations and the reason for reducing the filtrate volume over time. As a result, a permeate transparent was observed.

Key-words: *Development; Engineering; Filtration; Porous bed.*

Organização



Promoção

