11º SIAL Simpósio de Alimentos 2021
Produção de alimentos, saudabilidade e sustentabilidade ambiental
24, 25 e 26 de março de 2021
ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

Área: Engenharia de Alimentos

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO PH NA CLARIFICAÇÃO DE EFLUENTE SINTÉTICO DE BALAS UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO

Débora De Marco Dezordi*, Marina Andreia de Souza, Mateus Batista Nunes, Thais Comin, Thais Feiden, Juliana Steffens e Jamile Zeni

Programa de Pós-Graduação e Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim, RS

**E-mail: debo.dezordi@gmail.com*

RESUMO – A poluição dos recursos hídricos se deve ao descarte inadequado de inúmeros tipos de efluentes. Devido às implicações ambientais, é crescente a busca por novas alternativas para o tratamento desses efluentes. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência do pH na clarificação (cor e turbidez) de efluente sintético de balas utilizando colunas de carvão ativado e dimensionar a área e o tempo de filtração de um filtro industrial. Foram realizados quatro ensaios, como padrão, efluente com pH 5,5, e ensaios 1, 2, 3 e 4 os respectivos pHs do efluente foram 3,5; 4,5; 6,5 e 7,5. Para filtração foram utilizadas colunas com areia e carvão ativado com área de 0,015 m². Os resultados indicaram que nenhum ensaio apresentou turbidez, que atenda a legislação, que permite o máximo de 5 NTU em relação à quantidade de matérias em suspensão presente no filtrado, ficando entre 7,31 e 194,67 NTU. Em relação à coloração não houve clarificação eficaz do efluente sintético de bala, a viscosidade também não apresentou grandes mudanças. O tempo de filtração obtido após o redimensionamentos para todos os valores de pH foram semelhantes, ficando entre 6946,94 até 6949,38 horas, que equivalem a aproximadamente 9 meses esse processo em escala industrial seria inviável, uma vez que o tempo de operação é um dos fatores primordiais para a economia e funcionamento de uma empresa. A área do filtrado para 1 hora de filtração foi de 1,3043 a 1,3237 m^3. Desta forma, pode-se concluir que seria inviável a aplicação somente desses meios de filtração para remoção da cor de efluente de balas.
Palavras-chave: Efluente, clarificação, filtração e balas.

1 INTRODUÇÃO

A deterioração da qualidade da água é atualmente uma das questões ambientais mais prementes em muitas partes do mundo (LOECKE et al., 2017). Portanto, é desejável que estratégias efetivas de planejamento de recursos hídricos e controle de poluição sejam adotadas para facilitar o desenvolvimento sustentável (ZHANG et al., 2015). A indústria de alimentos é uma das que mais apresenta crescimento nos últimos anos, e a de doces em especial. (MARMITT et al., 2010). A indústria de balas utiliza diversos aditivos nos alimentos para potencializar os atributos sensoriais destes e aumentar o apelo de venda aos consumidores. Os corantes são aditivos que apresentam uma função muito importante no ramo de doces. Apesar de não agregarem valor nutritivo aos alimentos influenciam diretamente na aceitação do produto pelos consumidores (HUANG et al., 2002).

Paralelo a isto, sabe-se que a indústria de alimentos libera altas vazões de efluentes e que, via de regra, os sistemas de tratamento não são adequados para remover ou eliminar substâncias como corantes, causando, portanto, diversos problemas aos corpos receptores de despejos líquidos (NIGAM et al., 2000).

Segundo Zaharia e Suteu (2012), efluente é a água que sobra de vários processos industriais, sempre carregadas de substâncias orgânicas ou inorgânicas. No Brasil e em vários países, a legislação ambiental regula o descarte de efluentes sobre corpos d'água, limitando a carga poluidora lançada de acordo com o tipo de uso estabelecido para a água do corpo receptor (ATTIA, 2006). A remoção da cor de um efluente é tão importante quanto a remoção da toxicidade de alguns compostos orgânicos, pois mesmo pequenas quantidades de corantes, na ordem de < 1 mg/L, são claramente visíveis e influenciam muito o meio aquático (CLAUSEN et al., 2007).

O tratamento de efluentes contendo corantes, geralmente é tratado via meios físicos ou químicos e biológicos ou ainda por meio de compostagem, gerando um passivo ambiental sob responsabilidade da empresa, além de um grande custo de tratamento (MARMITT et al., 2010).

Isso leva à busca de um método eficaz e de custo baixo para eliminar corantes de águas residuais. A adsorção apresenta-se como um método alternativo no tratamento de efluentes contendo corantes, pois faz uso de materiais adsorventes de baixo custo, como o carvão ativado. O carvão ativado é um adsorvente que apresenta características adequadas para a implementação em escala industrial, pois possui alta capacidade de adsorção, baixa reatividade térmica, resistência a grandes variações de pH no meio, baixa relação custo-benefício e abundância, além da possibilidade de regeneração do adsorvente e recuperação do contaminante para a reutilização de ambos (BARROS, 2001). Sendo assim,

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

pretende-se avaliar as características de clarificação de diferentes meios de filtração em relação à remoção de cor de um efluente com corante e dimensionar a cor, turbidez e viscosidade da amostra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Operações Unitárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim.

Preparo do efluente

Para a realização dos ensaios de filtração foi preparado um efluente sintético, simulando a lavagem de uma drageadeira de uma indústria de balas, utilizando 200 mL de água destilada 0,256 gramas de corante alimentício vermelho e 2 gramas de açúcar em cada ensaio.

Ensaios de filtração

Foram realizados quatro ensaios de filtração, utilizando o efluente sintético. Para cada ensaio foi preparado um leito fixo com 3 cm de areia grossa, 2 cm de areia fina, 6 cm de carvão ativado e 2 cm de areia fina e utilizado 200 mL de efluente. Para cada ensaio, realizou-se a mudança de pH, com o uso de NaOH e HCl. Como padrão, foi utilizado efluente com pH 5,5, para o primeiro ensaio, alterou-se o pH do efluente para 3,5, no segundo ensaio, o pH foi alterado para 4,5, no ensaio 3 alterou-se o pH para 6,5 e no quarto ensaio, o pH do efluente foi alterado para 7,5. Após a alteração do pH, na figura 1 está representado o leito fixo. Todas as amostras foram homogeneizadas e adicionadas nos leitos filtrantes.

As amostras foram filtradas e os volumes foram registrados em função do tempo. Após a filtração, foram realizadas análises de turbidez, índice de cor e viscosidade.

Figura 1. Ensaios com as colunas

Determinações Analíticas

Avaliação colorimétrica

A cor das amostras bruta e filtrada foi determinada, utilizando colorímetro Minolta modelo CR 400 e usando-se os padrões CIELab: em que L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* varia de verde (-) ao vermelho (+), b* varia de azul (-) ao amarelo (+).

Turbidez

Para a análise de turbidez calibrou-se o turbidímetro PoliControl (AP-2000) com soluções padrão de 0,002 e 1.080 NTU (unidade nefelométrica de turbidez) e realizada a leitura das amostras após a filtração.

Viscosidade

Para a análise de viscosidade, foi utilizado um viscosímetro rotacional (Brookfield - PROGRAMMABLE DV-III + Rheometer).

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

Análise Estatística

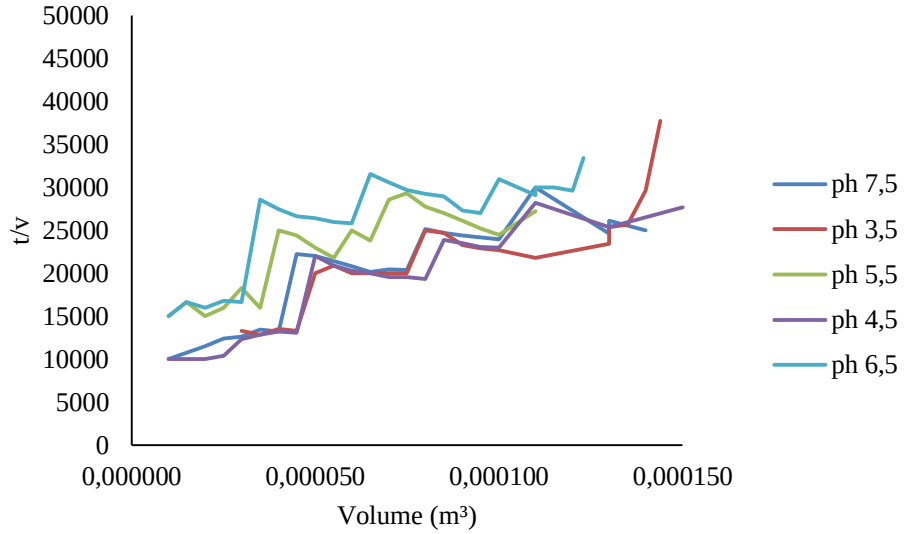
Os dados foram tratados estatisticamente através de análise de variância (ANOVA) e teste de *Tukey*, com nível de significância de 5%, utilizando SASM – Agri Sistema para Análise e Separação de Médias, versão 4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção dos valores de Resistência do meio filtrante (Rm) e resistência específica da torta (α).

A Figura 2, apresenta a equação da reta obtida através do gráfico de tempo/volume (t/V) e volume do filtrado.

Figura 2. Gráfico t/V pelo volume de filtrado.



Com base na Figura 2, foi possível encontrar, os valores de Kp e B, necessário para os cálculos de Rm (resistência do meio filtrante) e α (resistência especifica da torta). Os parâmetros de Kp e B, bem como a área do filtrado e ΔP (diferença de pressão), apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros encontrados para posterior obtenção dos valores de resistência do meio filtrante e resistência especifica da torta

	Valores (pH)				
Parâmetros	**3,5**	**4,5**	**5,5**	**6,5**	**7,5**
Área do filtro (m2)	0,01542	0,01542	0,01542	0,01542	0,01542
Kp	50000000,00	50000000,00	50000000,00	50000000,00	50000000,00
B	10196	8973,1	15049	17758	11298
Diferença de pressão (N/m2)	98285,15	98285,15	98285,15	98285,15	98285,15

Com os valores encontrados da área do filtro, Kp e B e a diferença de pressão, foi possível calcular os valores de Rm (resistência do meio filtrante) e α (resistência especifica da torta). A Tabela 2 apresenta os valores obtidos, e a Tabela 3 as equações utilizadas para os cálculos.

Tabela 2. Valores de Rm (resistência do meio filtrante) e α (resistência especifica da torta) obtidos e suas respectivas equações.

	Valores (pH)				
Parâmetros	**3,5**	**4,5**	**5,5**	**6,5**	**7,5**
Resistência do meio filtrante (Rm)	1,16E+10	1,01E+10	1,81E+10	2,15E+10	1,29E+10
Resistência especifica do filtro (α)	8,79E+10	8,72E+10	9,27E+10	9,35E+10	8,79E+10

Tabela 3. Equações utilizadas para a resistência do meio filtrante (Rm) e resistência especifica do filtro (α)

Equações
Rm =(Δp*A*B)/μ

3.2 Tempo de filtração obtido após o redimensionamento do filtro e área do filtro para o tempo de filtração de 1 hora.

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

α= (kp*A2*Δp)/μCs

Após a obtenção dos valores de resistência do meio filtrante e resistência específica da torta, foi calculado o tempo necessário para que ocorresse a filtração de 1 m^3 do efluente em um filtro com 1 m^2 de área. O cálculo foi feito segundo equação 1.

$$\frac{t}{V} = \frac{\alpha\, s\, \rho\mu}{2\, A^2\, \Delta P} V + \mu \frac{R_m}{A\, \Delta P}$$

O processo obtido através da equação 1 resultou nos resultados da tabela 4 utilizando os cálculos da tabela 3, com o tempo de filtração obtido após o redimensionamento do filtro e a área do filtro para o tempo de filtração de 1 hora.

Tabela 4. Valores do tempo de filtração (horas) e área do filtro (1 hora), obtidos.

	Valores (pH)				
Parâmetros	**3,5**	**4,5**	**5,5**	**6,5**	**7,5**
Tempo de filtração (hrs)	6947,27	6946,94	6948,62	6949,38	6947,58
Área do filtro (m2)	1,3073	1,3043	1,3174	1,3237	1,3098

O tempo obtido através da equação 1 para todos os valores de pH foram semelhantes, ficando entre 6946,94 até 6949,38 horas, que equivalem a aproximadamente 9 horas esse processo em escala industrial seria inviável, uma vez que o tempo de operação é um dos fatores primordiais para a economia e funcionamento de uma empresa. Uma das alternativas seria a obtenção de um filtro com área maior, aplicação de pressão ou até mesmo a alimentação de um volume menor para o processo. Para obtenção da área do filtro necessária para filtrar 1m^3 de efluente sintético de bala em um período de 1 hora (3600s), também se utilizou a equação 1.

Sendo encontrado um valor de 1,3043 a 1,3237 m^2 para a área necessária. Esse valor também não seria viável industrialmente, uma vez que os equipamentos devem ser o mais compacto possível para disposição nas instalações industriais.

3.4 Caracterização físico–química da amostra.

A Figura 3 apresenta uma foto o efluente bruto e após filtração com carvão ativado utilizando diferentes pHs, onde pode-se observar aumento da turbidez nas amostras, onde os tubos apresentam aparência mais turva em comparação ao bruto, com pH 5,5. Também, em relação à coloração não houve clarificação eficaz do efluente sintético de bala. Isso pode ser explicado pelo tipo de carvão ativo empregado, já que geralmente, emprega-se carvão ativado na forma granular para a adsorção de vapores, e na forma de pó, para o tratamento de líquidos (BORGES, et al. 2003). O carvão utilizado foi o granulado, logo não apresentou uma grande capacidade adsorver o efluente sintético e bala.

Figura 3. Aparência visual do efluente sintético bruto e após a filtração.

Os resultados das características de cor, turbidez e viscosidade de clarificação de efluente sintético de balas usando diferentes pH's em relação à remoção de cor foram expressos e estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização físico-química de diferentes efluentes sintéticos de bala.

		AMOSTRAS					
		Bruto	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Cor	L*	$59,99^{b}$±2,69	$61,61^{ab}$±1,41	$63,58^{a}$±0,47	$57,47^{b}$±3,16	$62,73^{ab}$±1,56	$59,82^{ab}$±1,65
	a*	$0,10^{a}$±0,01	$0,24^{d}$±0,02	$0,30^{cd}$±0,02	$0,40b^{cd}$±0,04	$0,51^{bc}$±0,02	$5,02^{b}$±0,23
	b*	$3,74^{e}$±0,04	$2,73^{b}$±0,02	$2,41^{c}$±0,09	$2,46^{d}$±0,04	$4,03^{d}$±0,08	$1,05^{a}$±0,05
	Turbidez (NTU)	7,31	194,67	114,33	25,20	60,00	154,33
	Viscosidade (cP)	1,25	1,33	1,34	1,26	1,25	1,33

*****Média seguida de letras iguais/colunas indicam não haver diferenças significativas em nível de 5% (Teste de *Tukey*).

ISSN 2236-0409
v. 11 (2021)

Levando-se em consideração que se pretendesse uma água potável, De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), a água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação para consumo humano. Esse estabelece valor máximo permitido para turbidez de 5 NTU, assim, observa-se que nenhum ensaio apresentou valor menor do que a legislação exige.

4 CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível obter a equação da reta através dos gráficos de t/V e volume de filtrado. Foram identificados os parâmetros Kp e B, bem como a área do filtro e diferença de pressão, foram encontrados o tempo de filtração obtido após o redimensionamento do filtro e área do filtro para o tempo de filtração de 1 hora, além das características físico químicas.

O tempo de filtração obtido após o redimensionamentos para todos os valores de pH foram semelhantes, ficando entre 6946,94 até 6949,38 horas, que equivalem a aproximadamente 9 meses esse processo em escala industrial seria inviável, uma vez que o tempo de operação é um dos fatores primordiais para a economia e funcionamento de uma empresa. A área do filtrado para 1 hora de filtração foi de 1,3043 a 1,3237 m^3, esse valor também não seria viável industrialmente, uma vez que os equipamentos devem ser o mais compacto possível para disposição nas instalações industriais. Em relação à coloração não houve clarificação eficaz do efluente sintético de bala. A viscosidade não apresentou grandes mudanças após a clarificação do efluente sintético de bala. Enquanto, a turbidez não ficou dentro do permitido pela legislação 5 NTU, assim, observa-se que nenhum ensaio apresentou valor menor do que a legislação exige.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a URI Campus de Erechim pelo apoio e pela infraestrutura para realização dos experimentos.

6 REFERÊNCIAS

ATTIA, A. A.; RASHWAN, W. E.; KHEDR, S. A. Capacity of activated carbon in the removal of acid dyes subsequent to its thermal treatment. **Dyesand Pigments**, v. 69, p.128-136, 2006.

BARROS, A. R. B. **Remoção de Íons Metálicos em Água Utilizando Diversos Adsorventes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2001.

BORGES, I. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Embrapa Pantanal,** p.20, 2003.

CHÁVEZ, P. A. **Tratamento de efluente têxtil e lodo gerado em um sistema de lodos ativados por batelada com adição de carvão ativado em pó.** Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, SP, p.161, 2002.

CLAUSEN, D. N.; TAKASHIMA, K., et al. Efeitos dos parâmetros operacionais na fotodegradação do azo corante directred 23 na interface dióxido de titânio/água. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1896-1899, 2007.

HUANG, H. Y.; SHIH, Y. C.; CHEN, Y. C. Determining eight colorants in milk beverages by capillary electrophoresis. **Journal of Chromatography,** v. 959, p. 317- 325, 2002.

MARMITT, S.; PIROTTA, L. V.; STULP, S.; et al. Aplicação de fotólise direta e UV/H2O2 a efluente sintético contendo diferentes corantes alimentícios. **Química Nova**, São Paulo.v. 33, n. 2, p. 384-388, 2010.

NIGAM, P.; ARMOUR, G.; BANAT, I. M.; SINGH, D.; MARCHANT, R. Physical removal of textile dyes from effluents and solid-state fermentation of dye-adsorbed agricultural residues. **Bioresource Technology,** v. 72, p. 219-226, 2000.

ZAHARIA, C.; SUTEU, D. Coal fly ash as adsorptive material for treatment of a real textile effluent: operating parameters and treatment efficiency. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 20, n. 4, p. 2226-2235, 2012.

ZHANG, Y. M.; HUANG, G.; LU, W. L. Planning of water resources management and pollution control for Heshui River watershed, China: a full credibility-constrained programming approach, **Science Total Environ,** v. 524, p. 280-289, 2015.

LOECKE, T. D.; BURGIN, A. J.; RIVEROS-IREGUI, D. A.; WARD, A. S.;THOMAS S. A; DAVIS, C.; CLAIR, M. A . Weather whiplash in agricultural regions drives deterioration of water quality. **Biogeochemistry**, v. 133, n. 1, p. 7-15, 2017.