

## USO DE COAGULANTES APÓS TRATAMENTO BIOLÓGICO

VANDERLEIA SINHOR<sup>1</sup>; HERON DA SILVA PEREIRA<sup>2</sup>; ADRIANA GONÇALVES DA SILVA MANETTI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária/UFPEL – vanderleiasinhor@gmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária/UFPEL – heron.p@hotmail.com

<sup>3</sup>CEng/UFPEL – didialimentos@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

Os efluentes industriais, de maneira geral, são alvo de preocupação quanto ao seu tratamento e ao seu despejo em corpos d'água. Por apresentarem características diretamente relacionadas à matéria-prima a ser processada, bem como com o processo industrial empregado, suas diferentes composições físicas, químicas e biológicas recomendam que os efluentes sejam caracterizados, quantificados e tratados adequadamente antes da disposição final no meio ambiente (AZZOLINI e FABRO, 2013). A descarga de efluentes, principalmente industriais, com tratamentos insuficientes em cursos de água receptores, pode resultar em graves problemas ambientais, deterioração dos ambientes naturais e morte da fauna de rios e lagos, acarretando dessa forma, multas e sanções às indústrias (KUMMER et al., 2011).

Sistemas de tratamento biológico compreendem uma alternativa interessante para efluentes diluídos com característica basicamente orgânica (NASCIMENTO e FEIJÓ, 1996). Estudos a respeito da remoção de algas têm sido realizados com a coagulação química, através de tratamento convencional. Conforme Bof (2007), os estudos apontam que a eficiência de remoção é influenciada pelas condições de coagulação e floculação (tipo e dosagem de coagulante e pH de coagulação). A etapa de tratamento biológico seguida de coagulação pode ser definida como responsável pela remoção da maior parte da matéria poluidora e preparação do efluente para ser lançado no meio ambiente sem causar uma poluição adicional. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos coagulantes cloreto férrico e sulfato de alumínio na possível redução de matéria orgânica, turbidez e sólidos no efluente de laticínios.

### 2. METODOLOGIA

#### 2.1 Obtenção do efluente

O efluente foi obtido em uma indústria de laticínios do Município de Pelotas, RS, coletado na saída do tanque de equalização da estação de tratamento de efluentes. Após o tratamento biológico foram investigados os seguintes parâmetros: demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), sólidos voláteis (SV), sólidos fixos (SF) e turbidez (APHA, 2005). A turbidez foi medida em turbidímetro marca Termo Orion, modelo Aquafast II.

#### 2.2 Desenvolvimento dos experimentos

Para o tratamento biológico utilizou-se a microalga *Aphanothece microscopica* Nägeli. Posteriormente, os experimentos foram conduzidos em reator, em sistema descontínuo de mistura perfeita, com capacidade de 4,5 L com

inóculo em torno de 200 mg.L<sup>-1</sup> de células de *Aphanothece*. Um volume de cultura equivalente ao requerido foi centrifugado a 4000 rpm por 20 minutos, separado do sobrenadante e transferido para o reator sob aeração constante (1VVM), pH 7,8, 30°C, ausência de luminosidade, razão C/N ajustada a 20, N/P 10 e tempo de detenção hidráulico 30 horas (HORNES e QUEIROZ, 2004).

## 2.3 Separação da biomassa gerada

### 2.3.1 Procedimentos dos testes com os coagulantes

Os ensaios foram realizados em teste de jarros (Jar-Test Milan - Modelo JT 101) com seis jarros, com capacidade de 2000 mL, altura de 19 cm e largura de 12,5 cm, agitação rápida de 110 rpm durante 30 s, seguida de etapa lenta com 50 rpm durante 10 s e tempo de sedimentação de 15 min (SILVA-MANETTI et al., 2011), sendo logo após caracterizado o líquido clarificado quanto aos parâmetros demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), sólidos voláteis (SV), sólidos fixos (SF) e turbidez (APHA, 2005). A turbidez foi medida em turbidímetro marca Termo Orion, modelo Aquafast II.

### 2.3.2 Planejamento experimental

Utilizou-se um planejamento fatorial completo 3<sup>2</sup> X 2 com duas variáveis independentes (concentração de coagulante e pH) em três níveis e uma variável independente (tipo de coagulante) em dois níveis para avaliar o efeito destas variáveis sob a turbidez, sólidos e DQO. Baseou-se o planejamento em 18 experimentos em triplicata, conforme apresentado na Tabela 1.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Matriz do planejamento experimental e resultados obtidos para cada variável de resposta avaliada.

Tratamento	Valores reais e codificados			Respostas					
	X1	X2	X3	DQO	SS	ST	SF	SV	Turbidez
1	FeCl <sub>3</sub>	-1 (100)	-1 (6,0)	74	69	12	12	14	74
2	FeCl <sub>3</sub>	0 (350)	-1 (6,0)	100	96	22	24	64	96
3	FeCl <sub>3</sub>	+1 (450)	-1 (6,0)	75	76	17	15	45	28
4	FeCl <sub>3</sub>	-1 (100)	0 (7,0)	48	72	21	24	16	63
5	FeCl <sub>3</sub>	0 (350)	0 (7,0)	63	86	23	19	53	85
6	FeCl <sub>3</sub>	+1 (450)	0 (7,0)	88	89	24	12	74	93
7	FeCl <sub>3</sub>	-1 (100)	+1 (8,0)	35	66	21	18	27	62
8	FeCl <sub>3</sub>	0 (350)	+1 (8,0)	50	88	26	16	50	71
9	FeCl <sub>3</sub>	+1 (450)	+1 (8,0)	87	70	30	12	72	88
10	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-1 (100)	-1 (6,0)	4	83	85	16	5	41
11	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0 (350)	-1 (6,0)	75	92	89	14	8	26
12	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	+1 (450)	-1 (6,0)	87	87	81	18	4	15
13	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-1 (100)	0 (7,0)	37	66	64	18	16	26
14	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0 (350)	0 (7,0)	62	87	81	20	7	50
15	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	+1 (450)	0 (7,0)	87	91	90	22	4	62
16	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-1 (100)	+1 (8,0)	8	62	54	20	57	5
17	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0 (350)	+1 (8,0)	87	80	74	27	61	14
18	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	+1 (450)	+1 (8,0)	89	91	89	19	65	22

\*X1: tipo de coagulante X2: concentração de coagulante (mg.L<sup>-1</sup>); X3: pH; DQO: demanda química de oxigênio; SS: sólidos suspensos; ST: sólidos totais; SF: sólidos fixos; SV: sólidos voláteis.

O efeito do pH, concentração e tipo de coagulante (cloreto férrico e sulfato de alumínio) obtido da matriz do planejamento experimental para as respostas DQO, turbidez e SS, após os tratamentos do efluente de laticínio por *Aphanothece* seguido por coagulantes, pode ser avaliado na Tabela 1. Estes resultados indicam indiscutivelmente como sendo a melhor condição para separação da biomassa o cloreto de ferro na concentração de  $350 \text{ mg.L}^{-1}$  a pH 6, onde são registradas eficiências de 100% de remoção de DQO e 96% de SS e conseqüentemente melhor condição de turbidez da água residual. De acordo com Al-Mutairi et al. (2004), o processo de tratamento de águas residuárias por coagulação/floculação é usado para remover o material coloidal e turbidez, bem como SS e matéria orgânica. Para o sulfato de alumínio, os melhores resultados de turbidez também se situaram a  $350 \text{ mg.L}^{-1}$ , pH 6, e na maior concentração ( $450 \text{ mg.L}^{-1}$ ) a pH 7 e 8, sendo constatadas menores remoções nos parâmetros avaliados quando comparadas as efetuadas pelo cloreto de ferro em sua melhor condição.

As Figuras 1 e 2 representam o diagrama das superfícies de resposta utilizando cloreto férrico como coagulante, onde observa-se a tendência do aumento da remoção de DQO e turbidez na faixa de concentração de 350 – 450  $\text{mg.L}^{-1}$  para os pH 7 e 6 respectivamente.

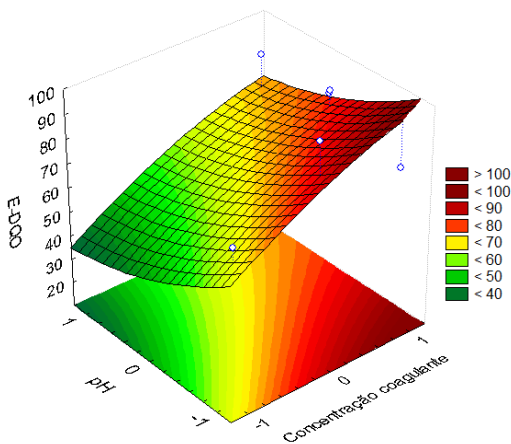


Figura 1: Efeito do pH e concentração de cloreto férrico na remoção de DQO.

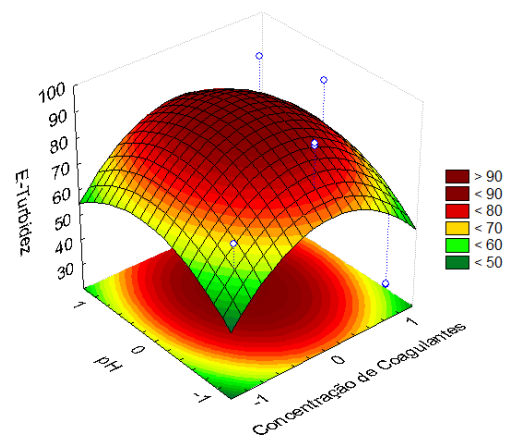


Figura 2: Efeito do pH e concentração de cloreto férrico na remoção de turbidez.

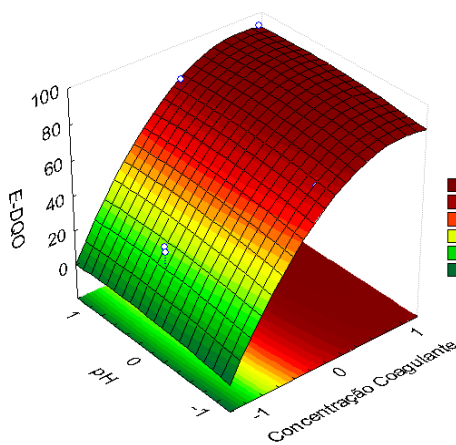


Figura 3: Efeito do pH e concentração de sulfato de alumínio na remoção de DQO.

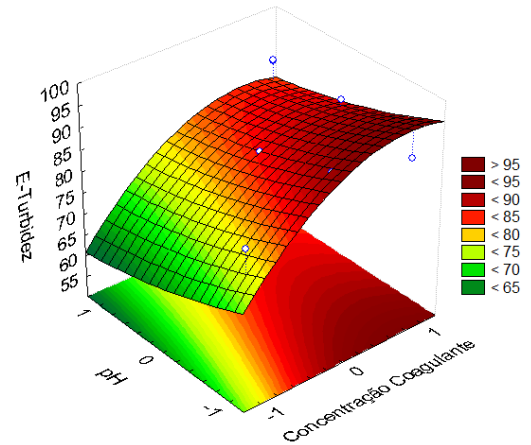


Figura 4: Efeito do pH e concentração de sulfato de alumínio na remoção de turbidez.

As Figuras 3 e 4 representam as superfícies de resposta utilizando sulfato de alumínio como coagulante. Avaliando-se a Figura 3, observa-se que a tendência

para eficiência de remoção de DQO dá-se nas maiores concentrações de coagulante e para as maiores faixas de pH, enquanto que para eficiência de remoção de turbidez tende para os pontos centrais em pH 7 e na concentração de 350 mg.L<sup>-1</sup>.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as eficiências de remoção dos parâmetros DQO, turbidez, SS, ST, SF e SV foram influenciadas pelo pH e dosagem de coagulante. Verificou-se que a máxima eficiência de remoção para o sulfato de alumínio foi obtida em pH 8,0 e 450 mg.L<sup>-1</sup> de dosagem de coagulante, já para o cloreto férrico deu-se no pH 6,0 e na dosagem de coagulante de 350 mg.L<sup>-1</sup>.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-MUTAIRI, N.Z.; HAMODA, M.F.; AL-GHUSAIN, I.A. Coagulant selection and sludge conditioning in a slaughterhouse wastewater treatment plant. **Bioresource Technology**, v.95, p.115–119, 2004.

APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, 2005.

AZZOLINI, J.C.; FABRO, L.F. Monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de um laticínio da região Meio Oeste de Santa Catarina. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v.4, n.1, p.43-60, jan./jun. 2013.

BOF, J. G. **Remoção de turbidez e fitoplâncton por meio da sedimentação e da flotação, com base no diagrama de coagulação do sulfato de alumínio: avaliação em escala de bancada**. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2007.

HORNES, M.; QUEIROZ, M.I. Evaluation of the growth of cyanobacterium *Aphanothece microscopica* Nägeli in effluent of fishing industry. In: CHISA – 16th International Congress of Chemical and Process Engineering. Prague, 2004.

KUMMER, A.C.B.; ANDRADE, L.; GOMES, S.D.; FAZOLO, A.; HASAN, S.D.M.; MACHADO, F. Tratamento de efluente de abatedouro de tilápia com adição de manipueira na fase anóxica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.150-157, jan./fev. 2011.

NASCIMENTO, R.A., FEIJÓ, R.F. Tratamento de efluentes líquidos de indústria alimentícia através de reator UASB. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25, 1996, Mexico. **Tratamiento de aguas residuales**, Mexico: AIDIS, v.1, p.725-732, 1996.

SILVA-MANETTI, A. G.; HORNES, M. O.; MITTERER, M. L.; QUEIROZ, M. I. Fish processing wastewater treatment by combined biological and chemical processes aiming at water reuse. **Desalination and Water Treatment**, v. 29, p. 196 - 212, 2011.