



## **Tratamento de Efluentes da Indústria de Balas de Pequeno Porte em Reator em Batelada Sequencial para remoção de Demanda Química de Oxigênio**

**Vanessa Rita dos Santos<sup>1</sup>, Paulo Roberto Koetz<sup>2</sup>, Adriano de Gregori<sup>3</sup>,  
Aline Filippi<sup>4</sup>, Dienifer Bombana<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Mestrado em Engenharia/ Universidade de Passo Fundo (vanessars7@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Mestrado em Engenharia/ Universidade de Passo Fundo (koetz@upf.br)

<sup>3</sup> Mestrado em Engenharia/ Universidade de Passo Fundo (adgregori@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Mestrado em Engenharia/ Universidade de Passo Fundo (alinefilippi18@hotmail.com)

<sup>5</sup> Mestrado em Engenharia/ Universidade de Passo Fundo (dienifer2@yahoo.com.br)

### **Resumo**

O controle de poluição nas indústrias de alimentos de pequeno e médio porte é de grande importância devido ao seu forte crescimento, proximidade dos centros urbanos e geração de efluentes com alta carga orgânica. O reator em batelada sequencial (RBS) é uma tecnologia simples e barata para essas indústrias, que geram pouco efluente e não dispõem de alta tecnologia. A pesquisa prevê a caracterização dos efluentes através de amostragens compostas. O objetivo deste trabalho foi oferecer as indústrias de balas um sistema de baixo custo e fácil operação para remoção de matéria orgânica e contribuir para a solução de problemas ambientais provocados pela indústria de alimentos. O RBS removeu 89 % de DQO em 6 h de operação ele é uma alternativa para o controle de poluição de pequenas indústrias de balas. É um método eficiente e ecológico por trabalhar basicamente com microrganismos.

Palavras-chave: Efluente. Balas. Reator em Batelada Sequencial.

Área Temática: Águas Residuárias.

### **1 Reator em Batelada Sequencial**

Arden e Lockett é que desenvolveram o processo em batelada conhecido com os métodos de enchimento, aeração, sedimentação e esvaziamento no mesmo tanque (IRVINE & BUSCH, 1979).

O RBS tem os mesmos processos de purificação dos que os processos convencionais de lodos ativados. Von Sperling (1997) define o processo como um reator de mistura completa onde ocorre todas as etapas do tratamento. A massa biológica permanece no reator durante todos os processos, eliminando dessa forma a necessidade de decantadores separados e das elevatórias de recirculação do lodo. Os ciclos normais do tratamento são:

- Enchimento: entrada de efluente bruto, o inicial;
- Reação: aeração/ mistura da biomassa e do efluente contido no reator;
- Decantação: decantação e separação dos sólidos em suspensão do efluente tratado;
- Descarga ou esvaziamento: retirada do efluente tratado do reator;
- Repouso: remoção do lodo excedente.



A etapa da reação tem como objetivo completar as reações iniciais na fase do enchimento. A fase de reação é realizada com mistura completa, podendo ser em condições aeróbias, anóxicas e anaeróbias (WILDERER et al., 1997).

A separação sólido-líquido é pela fase de decantação. É semelhante ao que acontece em clarificadores de tratamentos biológicos, sendo mais eficientes do que os decantadores contínuos (FERREIRA, 2007).

Os processos descontínuos têm as vantagens em relação aos métodos convencionais de lodos ativados que são elas: flexibilidade, forma simplificada de construção, facilidade de colocação de equipamentos com instalações tecnicamente simples, funcionamento simplificado, não precisa recircular o lodo; e boa decantabilidade do lodo (Van HAANDEL & LETTINGA, 1994). O RBS apresenta uma operação cíclica e descontínua, ele proporciona uma diversidade de ambientes que facilita a sua utilização para diferentes objetivos operacionais (remoção de carbono, nitrificação, desnitrificação, remoção biológica de fósforo, etc). Diversos são os mecanismos utilizados para o controle dos processos acima relacionados. Tradicionalmente os mais utilizados é por análises físico-químicas. Hoje em dia, estão começando a serem utilizadas técnicas de controle on-line (Von SPERLING, 1997).

De acordo com a literatura, muitos pesquisadores testaram o reator em batelada em diferentes formas, explorando sua capacidade, segue algumas técnicas aplicadas.

Em pesquisas realizadas por Irvine e Busch. (1979) foram demonstrados que um RBS, trabalhando com esgoto sintético, obteve os melhores resultados de remoção de fósforo quando o oxigênio dissolvido e o nitrato eram ausentes 23 durante a primeira etapa da operação. Isto implica em uma desnitrificação completa durante o período de enchimento. Conseguiram ainda nesses estudos, cerca de 50% de eficiência na remoção de fósforo total e 90% da remoção do nitrogênio.

Para remoção de nitrogênio, fósforo e DQO de efluente, Sousa e Foresti (1996) avaliaram um sistema combinado de tratamento de substrato sintético, simulando esgoto doméstico, empregando um reator UASB seguido de um reator aeróbio em batelada sequencial. Nesse sistema, o reator anaeróbio removeu considerável fração de matéria orgânica afluyente, enquanto o reator aeróbio oxidou parte da matéria orgânica remanescente. Os resultados do sistema mostraram eficiência de remoção de 95% de DQO, 96% de SST e 85% de NT.

Segundo Callado e Foresti (2000), testaram o desempenho de um sistema composto de três reatores em batelada sequenciais (RBS), na remoção biológica de carbono, nitrogênio e fósforo de esgoto doméstico sintético. O trabalho foi realizado em escala de laboratório, configurando um sistema anaeróbio/aeróbio/anaeróbio, que foi operado com oito litros por batelada e em ciclos de 12 horas. O sistema experimental foi operado em quatro etapas, diferenciadas pela concentração de DQO do substrato sintético e pela fonte de carbono adicionada no RA para remoção biológica de fosfato, onde foi testada a utilização acetato de sódio. A remoção média de matéria orgânica (DQO), nitrogênio e fósforo foi de 88, 84 e 51%, respectivamente.

Saraiva (2002) avaliou a remoção de nutrientes em efluentes de parboilização de arroz em um sistema de tratamento composto por um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) e um reator em batelada (RBS). Os reatores foram operados a uma temperatura média de 24°C e o reator (RBS) em programa de quatro ciclos de seis horas. O sistema se mostrou eficiente na remoção de DQO e também para NT, apresentando uma eficiência de remoção de 87 e 76%, respectivamente. Para o fósforo não se obteve a mesma eficiência neste sistema, o qual apresentou uma remoção média de 14,2%.

Zenatti (2007) teve como objetivo estudar o efeito do tempo de reação (TR) e da aeração na eficiência da remoção de nitrogênio amoniacal e na conversão do nitrogênio amoniacal a nitrato, de água residuária de abate de tilápia num reator em batelada sequencial



com biomassa imobilizada. O experimento foi executado usando dois TR (6 e 12 horas). Os resultados mais significativos foram para o tratamento TR 12 h, onde obteve-se média de eficiência para conversão e remoção de  $57,27 \pm 27,05\%$  e  $81,90 \pm 3,80$ , respectivamente.

Arora et al. (1985) sugeriram estratégias diferentes de operação no reator em batelada sequencial, com a finalidade de atingir diferentes objetivos no que se refere à qualidade desejada do efluente, principalmente na remoção de nitrogênio e fósforo.

À crescente preocupação quanto ao lançamento com alto teor de DQO nos cursos d'água, os reatores em batelada tem sido modificados para se alcançar a remoção deste antes de ser lançado no meio ambiente (Von SPERLING, 1997).

O objetivo deste trabalho foi oferecer as indústrias de balas um sistema de baixo custo e fácil operação pra remoção de matéria orgânica e contribuir para a solução de problemas ambientais provocados pela indústria de alimentos.

## 2 Metodologia

O sistema experimental em escala piloto foi realizado no laboratório de Aulas Práticas do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade de Passo Fundo, Brasil.

O trabalho está baseado na operação de um reator biológico piloto em batelada sequencial com alimentação forçada de ar. O reator é cilíndrico fabricado em vidro borosilicato, com diâmetro de 9,0 cm e altura de 45,0 cm, com capacidade máxima de 2,5 L. A alimentação do ar foi feita por compressor de ar e a vazão controlada por um rotâmetro.

O efluente foi adicionado no reator manualmente.

A inoculação do reator piloto foi realizada com o lodo secundário da estação de tratamento de efluentes cedido pela indústria de Laticínios da Unidade Parmalat de Carazinho.

A quantidade de biomassa colocada no reator variou de 1 000 mg/L até 3 500 mg/L de sólidos suspensos.

O reator foi operado em sistema sequencial em batelada aeróbio. A variável resposta é a remoção de DQO.

O reator biológico em batelada sequencial (RBS) foi alimentado com efluente da indústria de balas, o qual foi diluído pois se encontrava em elevada concentração de matéria orgânica. O efluente foi ajustado diluindo-se até uma concentração aproximadamente de 2 142,33 mg/L de DQO.

O efluente foi preparado em cada início de batelada, analisado DQO e transferido para o reator.

### 2.1 Reação

O efluente foi preparado em cada início de batelada, analisou-se DQO e foi transferido para o reator.

- Fase de enchimento: Entrada do efluente de bala no reator.
- Reação: A biomassa e o efluente foram agitados por 5 min com o compressor de ar ligado, provocando a mistura no reator e após foi coletada uma amostra por uma válvula do reator e filtrada para análise de DQO. A DQO foi analisada de 2h em 2h.
- No final do tempo de reação foi coletada uma nova alíquota do reator e filtrada para análise de DQO. O aerador ficou ligado até o final da reação, que foi de 6 h.
- Fase de Decantação: A aeração foi desligada e o reator foi deixado sedimentar por 45 min.
- Descarga: O efluente tratado foi separado da biomassa.
- Repouso: A quantidade de biomassa foi ajustada para a próxima batelada.



## 2.2 Procedimento analítico

As análises envolvendo DQO, são filtradas em papel filtro Whatmann® n. 1. A análise de DQO foi de acordo com o método colorimétrico de refluxo fechado descrito no Standard Methods (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). As absorvâncias são lidas no espectrofotômetro no comprimento de onda ( $\lambda$ ) = 600 nm para DQO > 100 mg/L, a leitura foi comparada com a curva padrão.

## 2.3 Eficiência de remoção

A eficiência em termos de remoção de DQO foram calculadas utilizando a Equação 1:

$$E = \left(1 - \frac{C_e}{C_o}\right) \times 100$$

Sendo :

E = Eficiência de remoção (%)

C<sub>e</sub> = Concentração do efluente final em DQO

C<sub>o</sub> = Concentração do efluente de a alimentação

## 3 Resultados e discussões

O reator operou com concentração de DQO entre 2142 mg/L e o tempo de operação de 6 h, em todo tempo sendo aerado o efluente com a biomassa.

A vazão de ar no reator foi de 3 L/h.

O tempo de operação de até 6 h é pela jornada de trabalho de uma indústria de balas de pequeno porte.

Tabela 1 – Tempo de operação, concentração e eficiência de DQO

Tempo de operação	Concentração de DQO	Eficiência de remoção de DQO
(h)	mg/L	%
Bruto	2142	0
0	1186	44
2	713	66
4	360	83
6	224	89

Os resultados obtidos para a eficiência de remoção de DQO apresentaram um ótimo resultado para indústria de balas. No final do tempo de operação a remoção foi de 89 % de DQO.

## 4 Conclusão

O reator teve bom desempenho na remoção da DQO no efluente da indústria de balas na concentração diluída. Normalmente a concentração de DQO do efluente de balas é muito elevada e de difícil remoção, neste caso, utilizando o RBS para o tratamento deste efluente obteve-se uma ótima eficiência de remoção, porém são necessários mais estudos para



confirmar sua eficiência em termos de remoção de nitrogênio e fósforo e DQO inicial mais elevada.

## Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination and wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, 2000.

ARORA, M.L.; BARTH, E.; UMPHRES, M.B. Technology evaluation of sequencing batch reactors. **Journal Water Pollution Control Federation**, v. 57, n. 8, p. 867-875, ago. 1985.

CALLADO, N. H.; FORESTI, E. Tratamento de esgoto doméstico com remoção de nitrogênio e fósforo em reatores seqüenciais em batelada. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.1-8.

FERREIRA, I. C. S. **Tratamento terciário da indústria de laticínios através da adsorção de lactose em argila esmectítica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia / Engenharia Química) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

IRVINE, R. L. & BUSH, A. W. Sequencing batch biological reactors – an overview. **Journal of the Water Pollution Control Federation**, v. 51, n. 2, p. 264-273, 1979.

SARAIVA, L. B. **Remoção de nutrientes em efluente de indústria de parboilização de arroz**. 2000. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Departamento de Química, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, 2000.

SOUSA, J. T.; FORESTI, E.. Domestic sewage treatment in in the up-flow anaerobic sludge blanket - sequencing batch reactor system. **Water Science and Technology**, vol. 33, n. 3, 1996.

Van HAANDEL, A. C. & LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: Um manual para regiões de clima quente**. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1994.

Von SPERLING, M. **Lodos ativados**. v. 4. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

WILDERER, P. A. et al. Sequencing batch reactor technology. IWA Publishing, London, **Scientific and Technical**, Report n. 10., 1997.

ZENATTI, D. C. **Avaliação da nitrificação de efluente de abatedouro de tilápia em reator em batelada seqüencial aerado com biomassa imobilizada**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Departamento de Engenharia Agrícola), Cascavel, 2007.