

**COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REATORES AERÓBIOS COM PARALISAÇÕES ESCALONADAS DE AERAÇÃO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE MATÉRIA ORGÂNICA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO PROCESSAMENTO DE FARINHA DE MANDIOCA**

Comparison between aerobic reactors efficiency with stoppages aeration in different concentrations of organic matter in wastewater treatment of cassava flour processing

Gisele Ferreira BUENO<sup>1</sup>

Crislene Barbosa DE ALMEIDA<sup>2</sup>

Vanildo Luiz DEL BIANCHI<sup>3</sup>

**RESUMO**

A manipueira é gerada durante o processamento da mandioca, sendo um resíduo altamente poluente e tóxico. Este trabalho objetivou avaliar a relação da eficiência do tratamento da manipueira em dois reatores aeróbios em batelada seqüencial, cilíndricos de plásticos (31cm de altura x 9cm de diâmetro), com capacidade de 2 litros e 1,5 litros de volume de trabalho, uma relação diâmetro-altura do líquido de 1:2,5, com um tempo de corrida de 24 horas e paralisação de aeração de 16 horas com alimentação média de DQO de 2.500 e 6.000 mg. L<sup>-1</sup>. Foram realizadas análises de DQO, pH, IVL e A/M. Os resultados obtidos nos dois reatores com relação à eficiência mostraram uma redução média acima de 94,1% e 76,8% da carga orgânica, respectivamente; no pH os valores encontrados mostraram uma elevação nos valores do pH da saída, com relação à entrada, o IVL obteve valores de: 54,1 mL/g, 99,3 mL/g respectivamente e na relação A/M os valores trabalhados foram de: 0,4 d<sup>-1</sup>, 1,1 d<sup>-1</sup> respectivamente. Os resultados encontrados demonstraram que o processo gerou uma economia considerável da energia consumida em relação a sistemas contínuos tradicionais, se mostrou eficiente e não afetou demasiadamente a eficiência do reator.

**Palavras-chaves:** lodo ativado, manipueira, redução de DQO

**SUMMARY**

Cassava wastewater, generated during cassava processing, is a highly polluting and toxic waste. This study aimed to assess the relationship of cassava treatment efficiency in two aerobic

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, CEP: 15054-000. E-mail: [gisele.f.b@gmail.com](mailto:gisele.f.b@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, CEP: 15054-000, 000. E-mail: [crislene2002@yahoo.com.br](mailto:crislene2002@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Docente do Depto. Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, CEP: 15054-000. E-mail: [vanildo@ibilce.unesp.br](mailto:vanildo@ibilce.unesp.br)

sequencing batch reactors, cylindrical plastics (31cm height x 9cm diameter), with 2.0 liters capacity and 1.5 liters of work volume, a ratio of diameter and height of the liquid 1:2.5, with a running time of 24 hours and stoppage aeration for 16 hours with average feed of 2,500 and 6,000 mg COD. L<sup>-1</sup>. COD, pH, SVI and F/M were analyzed. The results obtained in the two reactors showed an average reduction of 94.1% and 76.8% organic content, respectively; pH values showed a rising in the output pH values compared to entry ones; SVI values obtained: 54.1 mL/g, 99.3 mL/g, respectively in a F/M ratio values worked out of 0.4 d<sup>-1</sup> and 1,1 d<sup>-1</sup>, respectively. The results demonstrated that the process has generated considerable saving in energy consumption compared to traditional continuous systems, was efficient and did not affect the efficiency overly of the reactor.

**Keywords:** activated sludge, cassava wastewater, COD reduction

## INTRODUÇÃO

Durante o processamento da mandioca para a produção da farinha de mandioca é gerado um resíduo denominado manipueira, sendo este resíduo altamente poluente e tóxico sendo necessário antes do seu descarte nos corpos receptores um tratamento prévio. Um dos tratamentos utilizados na redução da matéria orgânica é o tratamento biológico aeróbio, também conhecido como lodo ativado. O sistema de lodo ativado é amplamente utilizado para o tratamento de despejos domésticos e industriais, em situações em que é necessária elevada qualidade do efluente, além de reduzidos requisitos de área. O lodo ativado pode ser operado de forma convencional, mistura completa, com oxigênio puro, com aeração escalonada, em reator batelada seqüencial, entre outros. Todos os tratamentos por lodo ativado apresentam digestão aeróbia e muitos outros estudos têm sido realizados com o intuito de aprimorar cada vez mais esse tipo de

tratamento, reduzindo custos principalmente com aeração e com a diminuição da área dispendida na sua construção (ALBERTE, 2003). Na microbiota de sistemas de lodos ativados são encontradas bactérias, fungos, protozoários, algas, rotíferos, nematóides e até larvas de insetos (BRANCO, 1986; VAZOLLER et al., 1989).

Nesses sistemas procura-se intensificar a proliferação de certos microrganismos, especialmente bactérias que, além da propriedade de oxidar aerobicamente a matéria orgânica e a amônia, possuem a característica especial de formarem massas capazes de adsorver partículas em suspensão. A formação dessas massas confere à biomassa suspensa capacidade de rápida sedimentação (BENTO, 2000). O sucesso da operação de um sistema de lodos ativados consiste na manutenção de um balanço entre a quantidade de microrganismos e a quantidade de alimento, além de uma boa oxigenação e boa sedimentação. Muitos

problemas associados com o processo de lodo ativado envolvem valores inadequados de A/M e também de IVL. Por essa razão, controlar essas variáveis, de forma a garantir remoção uniforme de substrato e manter uma boa sedimentabilidade, é vital para assegurar boa separação do lodo no reator e bons resultados na redução da carga orgânica.

Assim, é necessário viabilizar um sistema que mantenha os mesmos níveis de eficiência de um processo aeróbio tradicional, mas que minimize as desvantagens que esse sistema apresenta, como, por exemplo, ações que promovam uma economia no consumo de energia. Partindo desse princípio, este trabalho teve como objetivo avaliar a relação da eficiência do tratamento da manipueira em dois reatores aeróbios em batelada seqüencial com alimentação média de DQO de 2.500 e 6.000 mg. L<sup>-1</sup> e com paralisação de aeração de 16 horas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Efluente

A manipueira foi proveniente da indústria Plaza Ind. e Com. Ltda, fábrica de farinha de mandioca localizada no município de Santa Maria da Serra, São Paulo. O sobrenadante foi armazenado em garrafas do tipo pet (polietileno tereftalato) de 2 litros e congelado a - 18° C.

Para a realização da alimentação do reator, a manipueira foi descongelada e

diluída de acordo com as concentrações iniciais de DQO desejada.

### Reator

Os reatores eram cilindros de plástico (31 cm de altura x 9 cm de diâmetro), com capacidade total de 2 litros e 1,5 litros de volume de trabalho, uma relação diâmetro-altura do líquido de 1:2,5, tempo de corrida de 24 horas e paralisação do fornecimento de ar durante dezesseis horas, com ciclos intercalados (F4P8), sendo F, o tempo de fornecimento de ar e P, o de parada.

Os reatores foram mantidos à temperatura ambiente, e a alimentação e a retirada do resíduo foi realizada manualmente, com a aeração realizada por aeradores de aquário, através de pedra porosa para facilitar a formação de bolhas. Os tempos de aeração foram determinados e controlados através do uso de um temporizador.

### Lodo Ativado

O inóculo do reator foi à base de esterco de porco obtido de uma fazenda de pequeno porte, sendo este previamente aclimatado à manipueira segundo Umsza-Guez (2004).

### Análises Físico-químicas e microbiológicas

### Determinação de pH

As análises foram realizadas três vezes por semana sendo utilizado um

pHmetro da marca Analion Indústria e Comércio Ltda.

### **Determinação de Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Para realização das análises de DQO, as quais foram efetuadas três vezes por semana, foi utilizado o método colorimétrico de refluxo, utilizando um digestor e espectrofotômetro da Hach Co., de acordo com APHA (1998).

### **Determinação do Índice Volumétrico de lodo (IVL)**

A determinação do índice volumétrico de lodo foi realizada uma vez por semana em Cone Imhoff, seguindo a metodologia por APHA (1998).

### **Determinação da relação A/M**

O cálculo para a determinação da relação A/M foi realizado uma vez por semana, segundo metodologia da APHA (1998).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **DQO e pH**

Analisando os valores encontrados, conforme mostra a Figura 1, o reator F4P8 com DQO de 2.500 mg L<sup>-1</sup> mostra uma redução máxima da DQO do efluente de 98,5%, e redução média de 94,1%.

Esses valores são similares aos encontrados por Campos et al. (2006) que obtiveram redução de 96% da DQO, no tratamento de águas residuárias de feccularia

por meio de lagoas de estabilização, mas com aproximadamente 30 dias de retenção do resíduo.

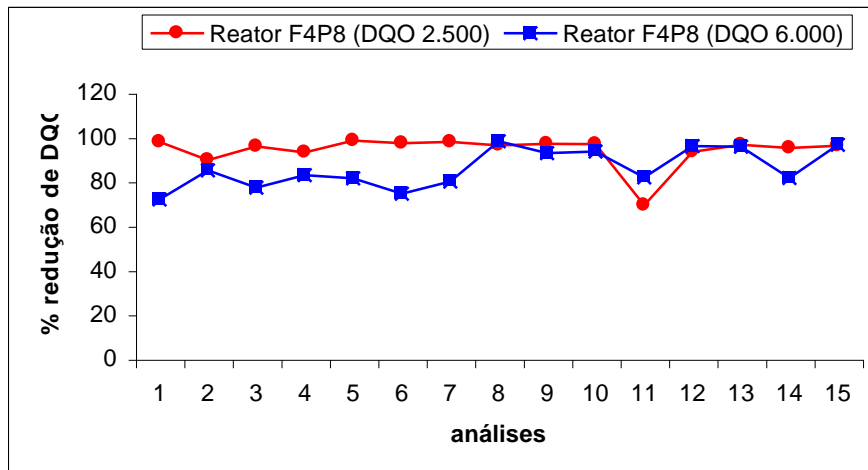
Ponezi et al. (2005), utilizando reatores com lodo ativado para o tratamento da água residuária da indústria cítrica, com tempo de corrida de 14 horas, sendo destes o período de 10 horas para reação, obtiveram reduções médias de 78% da DQO.

Já para o reator F4P8 com DQO de 6.000 mg L<sup>-1</sup>, a redução máxima da DQO de saída foi de 98,4%, e a redução média foi de 76,8%, o que demonstra que o aumento da concentração da matéria orgânica afetou a eficiência do sistema.

Com relação ao pH, como pode ser observado na Tabela 1, nos dois reatores foram encontrados valores semelhantes, com a entrada oscilando entre 4,0 a 6,4 e a saída de 6,9 a 8,2, sendo observada, portanto, uma elevação nos valores do pH da saída, com relação à entrada, sem qualquer correção.

Isto significa uma vantagem em relação aos tratamentos anaeróbios, pois, devido às características dos processos anaeróbios, há a necessidade de correção de pH ácido para a estabilização do sistema, ocasionando em gastos para tal controle.

Esses valores são semelhantes aos encontrados por Campos et al. (2006) que utilizaram sete lagoas de estabilização consecutivamente, com tempo de residência de até 30 dias, para o tratamento de águas residuárias de feccularia e também por Padovan (2007), que utilizou reator biodisco rotativo para tratamento da manipueira.



**FIGURA 1.** Porcentagem de remoção de DQO nos reatores com concentração de 2.500 e 6.000 mg L<sup>-1</sup> com dezesseis horas de paralisação da aeração

**TABELA 1.** Valores de pH da entrada e saída dos reatores com concentração de 2.500 e 6.000 mg L<sup>-1</sup> com dezesseis horas de paralisação da aeração

Reator F4P8 (2.500 mg L <sup>-1</sup> )		Reator F4P8 (6.000 mg L <sup>-1</sup> )	
Entrada	Saída	Entrada	Saída
4,6	7,5	4,6	8,0
4,6	7,4	4,6	7,4
4,4	7,4	4,6	7,6
4,5	7,6	4,6	7,4
6,4	7,5	4,6	7,6
4,6	7,4	4,6	7,6
5,2	8	4,6	8,1
5,9	8,2	4,6	7,8
5,6	7,7	4,5	6,9
4,7	7,6	4,1	6,9
5,1	7,8	4,1	7,2
5,8	8,1	4,1	6,9
5,8	8,1	4,1	7,1
4,5	7,4	4,0	7,3
4,9	7,4	4,5	7,0

### IVL e A/M

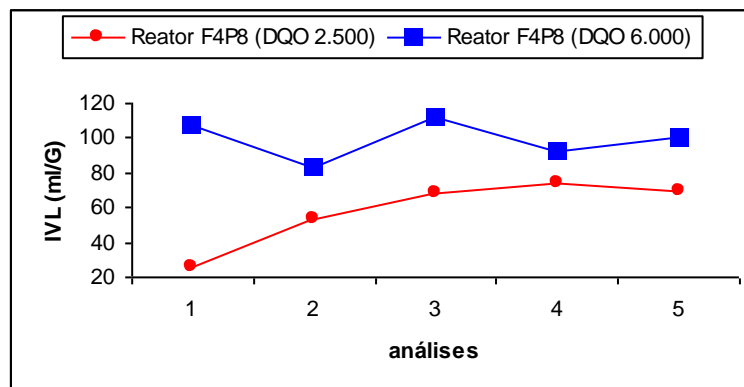
No reator F4P8 concentração de DQO de 2.500 mg L<sup>-1</sup>, os valores de IVL obtidos foram menores que 100 mL/g, com uma média de 54,1 mL/g, estando portanto dentro da faixa considerada ótima segundo Ramalho (1983).

Já no reator F4P8 concentração de DQO de 6.000 mg L<sup>-1</sup>, os valores em média de IVL foram de 99,3 mL/g, estando portanto também dentro da faixa considerada ótima pela literatura, mas com valores próximos do limite estipulado.

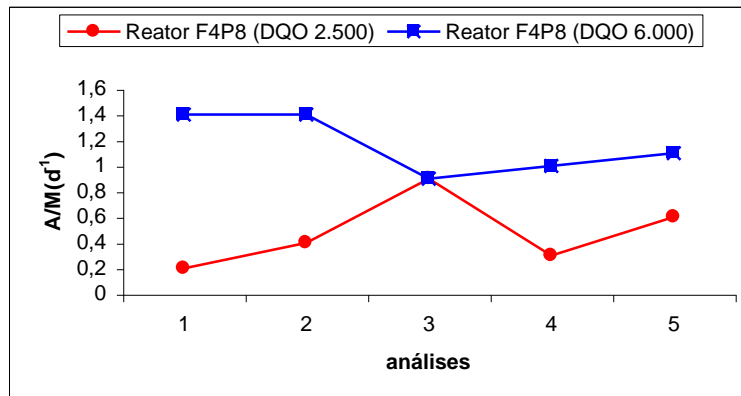
Pode-se observar nas Figuras 2 e 3 que com o aumento da carga orgânica ocorre elevação nos valores de IVL e A/M e

conseqüentemente uma redução na eficiência de remoção da carga orgânica.

Na relação A/M, como pode ser visto na Figura 3, no reator F4P8 concentração de DQO de 2.500 mg L<sup>-1</sup>, os valores encontrados se mantiveram entre os valores considerados como ótimos segundo Ramalho (1983), com uma média de 0,4 d<sup>-1</sup>. Já no reator F4P8 concentração de DQO de 6.000 mg L<sup>-1</sup>, os valores encontrados foram acima do indicado, com uma média de 1,1 d<sup>-1</sup>.



**FIGURA 2.** Comportamento médio do IVL nos reatores com concentração de 2.500 e 6.000 mg DQO L<sup>-1</sup>



**FIGURA 3.** Comportamento médio da relação A/M nos reatores com concentração de 2.500 e 6.000 mg DQO L<sup>-1</sup>

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que, mesmo com a paralisação da aeração durante 16 horas, o reator com concentração de DQO de 2.500 mg L<sup>-1</sup> obteve uma redução da carga orgânica com média superior de 94%, além de uma neutralidade do pH sem qualquer correção estimulada e valores de IVL e A/M dentro da faixa ótima. Mas o aumento da concentração da carga orgânica para 6.000 mg L<sup>-1</sup> afetou negativamente o sistema, diminuindo a eficiência do tratamento.

A paralisação da aeração por 16 horas, com uma DQO de 2.500 mg. L<sup>-1</sup>, em um processo que gerou uma economia considerável da energia consumida em relação a sistemas contínuos tradicionais, se mostrou eficiente, não afetando a eficiência do reator.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pelo apoio financeiro, processo n° 135203/2007-4.

Revista Raízes e Amidos Tropicais, volume 6, p.248-255, 2010.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTE, T.M. **Estudo do tratamento de águas residuárias por lodo ativado em reator “Air-Lift” de tubos concêntricos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ALMEIDA, C. B. **Tratamento aeróbio, anaeróbio e misto de manipueira em reatores sob diferentes características.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2005.

BENTO, A. P. **Caracterização da microfauna no sistema insular de tratamento de esgotos de Florianópolis/SC: um instrumento de**

**controle operacional e avaliação da eficiência do processo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária.** 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p.

CAMPOS, A.T.; DAGA, G.; RODRIGUES, E.E.; FRANZENER, G.; SUGUIY, M.M.T.; SYPPERRECK, V.L.G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 235-242, 2006.

PADOVAN, R.N. **Tratamento biológico de resíduo da indústria alimentícia.** Monografia (Química Ambiental) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2007.

PONEZI, A.N.; DUARTE, M.C.T; FILHO, B.C.; FIGUEIREDO, R.F. Análise da biodegradação dos componentes do óleo cítrico por CG/EM e análise da população microbiana de um reator de lodo ativado no tratamento de água residuária de uma indústria cítrica. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.10, p. 278-284, 2005.

RAMALHO, R.S. **Introduction to wastewater treatment processes.** 2 ed., New York: Academic Press, 1983, 580 p.

**Standart Methods for Examination of Water and Wastewater.** 20th Edition. American Puplic Health Association, 1325p. 1998.

UMSZA GUEZ, M. A **Tratamento aeróbio da manipueira por lodo ativado em batelada e batelada alimentada.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2004.

VAZOLLER, R. F.; GARCIA, M.R.; GARCIA, JR.A.D.; NETO, J.V. **Lodos Ativados.** CETESB, 1989, 23 p. (Série Manuais/Secretaria do Meio Ambiente).