

DEGRADAÇÃO DA MANIPUEIRA UTILIZANDO REATOR DE LODO ATIVADO EM BATELADA SEQUENCIAL COM ELEVADO TEMPO DE PARALISAÇÃO INTERMITENTE DA AERAÇÃO

Manipueira degradation using sequencing batch activated sludge reactor with high period of intermittent stoppage aeration

Gisele Ferreira BUENO¹

Crislene Barbosa de ALMEIDA²

Vanildo Luiz DEL BIANCHI³

RESUMO

A mandioca passa por um processo de prensagem na industrialização da farinha de mandioca, gerando um efluente líquido denominado manipueira. Esse líquido de cor amarela-leitosa é altamente tóxico, pois possui o glicosídeo linamarina, que é enzimaticamente hidrolisável a cianeto. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do tratamento da manipueira em um reator aeróbio em batelada seqüencial, cilindro de plástico (31cm de altura x 9cm de diâmetro), com capacidade de 2 litros e 1,5 litros de volume de trabalho, relação diâmetro-altura do líquido de 1:2,5, tempo de corrida de 24 horas e paralisação de aeração de 19 horas com alimentação média de DQO de 3.200 mg L⁻¹. Foram realizadas análises de DQO, pH, Turbidez, IVL e A/M. Os resultados obtidos no reator com relação à eficiência mostraram uma redução máxima da DQO do efluente de 95,7%, e uma redução média de 77,2%; os valores de saída de pH ficaram entre 7,4 a 8,5; ocorreu uma elevação dos valores na turbidez de saída com relação aos valores de entrada; o IVL obteve o valor médio de 104,3 e o valor médio trabalhado da relação A/M foi de 0,6 d⁻¹. Os resultados encontrados demonstraram que o processo gerou uma economia considerável da energia consumida em relação a sistemas contínuos tradicionais, porém diminuiu a eficiência do reator quando comparado a sistemas de aeração contínuos, mas com valores de eficiência equivalentes ao sistema de tratamento anaeróbio.

Palavras-chave: mandioca, remoção da matéria orgânica, tratamento biológico aeróbio

SUMMARY

Cassava goes through a pressing process in the industrialization of cassava flour, generating a liquid effluent called manipueira. This milky-yellow fluid is highly toxic because it has the glucoside linamarin, which is enzymatically hydrolyzed to cyanide. This study aimed to evaluate the efficiency

¹ 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

² 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

³ 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

of the cassava treatment in an aerobic sequencing batch reactor, a cylindrical plastic (31cm high x 9cm diameter), with capacity of 2.0 liters and 1.5 liters of work, a ratio of diameter and height fluid 1:2.5, a running time of 24 hours and aeration stoppage of 19 hours with average feed of 3200 mg COD L⁻¹. COD, pH, turbidity, SVI and F/M analysis were carried out. The results showed 95.7% as a maximum COD reduction in the effluent and an average reduction of 77.2%; pH output values varied since 7.4 to 8.5; an increase in the output turbidity values was observed; SVI average value was 104.3 and the worked F/M average value was 0.6 d⁻¹. The results demonstrated that the process has generated considerable savings in energy consumption compared to traditional continuous systems, but the efficiency was reduced if compared to continuous aeration systems, even though these values are equivalent to anaerobic treatment system efficiency.

Key-words: cassava, cassava wastewater, aerobic biological treatment

INTRODUÇÃO

A mandioca, cientificamente chamada de *Manihot esculenta Crantz*, é um arbusto com crescimento vertical, com folhas palmadas que contém de cinco a sete lóbulos, de cor verde azulada, com altura que pode variar de 1,50 a 2,40 metros, pertencente à família *Euphorbiaceae* (NUNES; GABLE; MARTINS, 2005). É uma cultura amplamente difundida por todo o território nacional e sua grande importância deve-se ao seu alto valor nutritivo em carboidratos.

Sua utilização industrial causa sérios problemas ambientais, pois mesmo as pequenas unidades fabris, que geralmente se instalam em um mesmo município ou região, podem gerar quantidades significativas de resíduos (ALMEIDA, 2005).

Após ser ralada e lavada, a mandioca passa por um processo de prensagem na industrialização, gerando um efluente líquido denominado manipueira. Esse líquido de cor amarela-leitosa é altamente tóxico, pois possui o glicosídeo linamarina, que é enzimaticamente hidrolisável a cianeto.

A manipueira possui uma composição química variada que está associada à variedade da mandioca utilizada, ao período da safra, à fertilidade do solo, entre outros fatores. Os valores da concentração da carga orgânica, expressos em DQO (demanda química de oxigênio), podem chegar a 100 g L⁻¹ (CORDEIRO, 2006).

O tratamento biológico de resíduos tem como função a remoção da matéria orgânica do efluente industrial sendo utilizado normalmente devido à quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável contida na composição de diversos resíduos, principalmente os de origem agroindustrial.

Os processos biológicos são caracterizados de acordo com o modo de contato entre a matéria orgânica e a microbiota na presença ou ausência de oxigênio molecular.

Um processo utilizado é o tratamento aeróbio, considerado por alguns como vantajoso, devido à não necessidade de um sistema complementar ao tratamento, ao espaço físico reduzido, ao controle simples, à melhor eficiência na redução da carga

orgânica, à redução da concentração de nitrogênio e fósforo, entre outros.

Atualmente, muitos pesquisadores estão descobrindo novas formas de utilização do tratamento biológico por lodo ativado, valorizando suas vantagens e diminuindo os efeitos das suas desvantagens, desde a utilização em associação com tratamento anaeróbio até sistemas de batelada seqüencial ou batelada alimentada ou diminuição no tempo de aeração, nos quais todas as etapas que norteiam o tratamento ocorrem em um mesmo local, com a duração de cada etapa previamente definida. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do tratamento da manipueira em um reator aeróbio em batelada seqüencial, com alimentação média de 3.200 mg L^{-1} e com paralisação de aeração de 19 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

O reator era cilíndrico 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, com uma relação diâmetro-altura do líquido de 1:2,5, com um tempo de corrida de 24 horas e com paralisação do fornecimento de ar durante dezenove horas, com ciclos intercalados (F4h - P4h - F15 min - P4h - F15 min - P4h - F15 min - P4h - F15 min - P3h), sendo F, o tempo de fornecimento de ar e P, o de parada.

O reator foi mantido 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 a 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, pH e Turbidez

A Tabela 1 apresenta os resultados da DQO, pH e Turbidez de entrada e saída do reator e sua respectiva redução com concentração de DQO 3.200 mg L⁻¹.

Nota-se na Figura 1, que o reator com paralisação da aeração durante 19 horas, a redução máxima da DQO do efluente foi de 95,7%, e a redução média foi de 77,2%.

Alanis (2004), com a mesma concentração de DQO de 3.200 mg L⁻¹, encontrou redução de 98,6% para o tratamento de água residuária sintética, utilizando reator "air-lift", com aeração contínua.

Com relação ao pH (Figura 2), o processo obteve valores da entrada oscilando entre 4,6 a 4,9 e a saída de 7,4 a 8,5. Esses resultados mostram que a ausência de aeração não influenciou negativamente na elevação nos valores do pH da saída, com relação à entrada. Fossa (2007), obteve resultados semelhantes utilizando o reator aeróbio em batelada seqüencial com o TRH de 24 horas para o tratamento da vinhaça, o qual apresentou valor médio do pH de saída de 7,7. Já Alanis (2004), encontrou resultados inferiores no tratamento de água residuária sintética, com valores de saída do pH entre 6 e 7.

Com relação à turbidez, a qual pode ser observar na Figura 3, a entrada do reator variou de 20 a 76 FTU e a saída oscilou entre 157 a 311 FTU. Isso mostra que a paralisação da aeração no reator afetou negativamente a turbidez, já que ocorreu uma elevação nos valores em relação à entrada em todas as análises.

TABELA 1. Resultados de DQO (mg L^{-1}) e % de redução de DQO, pH e Turbidez da entrada e saída do reator com 19 horas de paralisação da aeração

Reator com 19 horas de paralisação						
DQO			pH		Turbidez	
Entrada	Saída	%	Entrada	Saída	Entrada	Saída
3461	692	80,0	4,8	7,7	58	301
3951	857	78,3	4,8	8,1	54	286
3279	1505	54,1	4,7	7,4	28	246
3423	882	74,2	4,8	7,4	34	268
3027	864	71,4	4,9	8,0	23	311
2992	1116	62,7	4,6	8,5	20	301
2845	962	66,2	4,8	8,4	31	310
3703	469	87,3	4,7	8,2	28	252
3766	903	76,0	4,7	7,8	28	266
3489	770	77,9	4,6	7,6	30	268
3696	1053	71,5	4,7	8,2	51	270
3279	374	88,6	4,6	8,2	71	269
2264	420	81,4	4,7	7,7	76	219
2614	112	95,7	4,7	7,9	40	157
2884	210	92,7	4,6	7,5	31	156

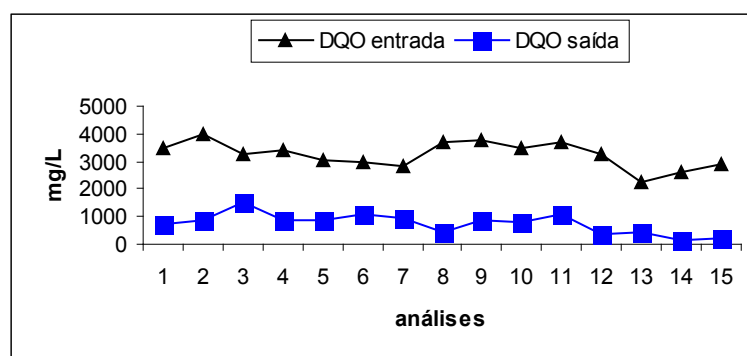


FIGURA 1. Comportamento médio da DQO de entrada e saída do resíduo no reator com 19 horas de paralisação da aeração.

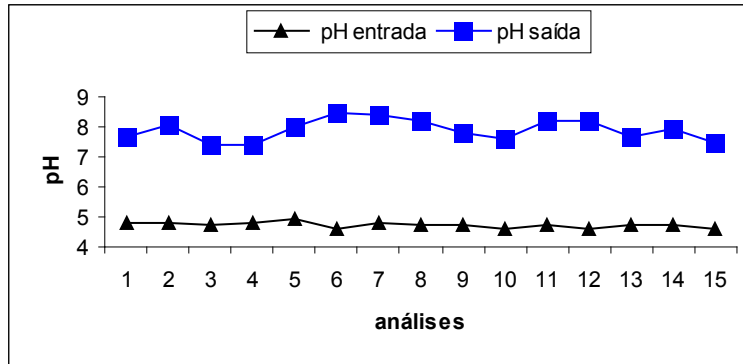


FIGURA 2. Comportamento médio do pH de entrada e saída do resíduo no reator com 19 horas de paralisação da aeração.

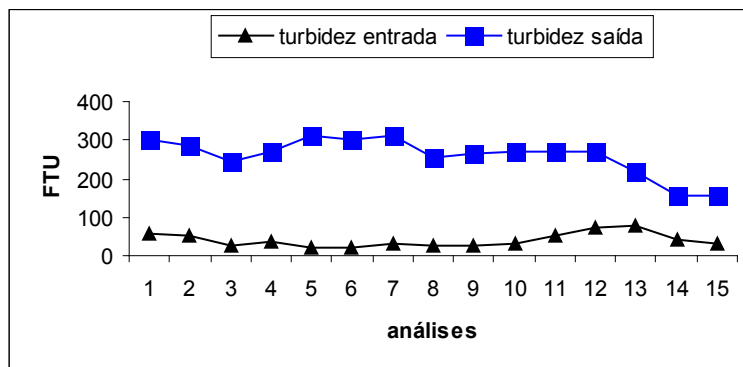


FIGURA 3. Comportamento médio da turbidez de entrada e saída do resíduo no reator com 19 horas de paralisação da aeração.

IVL e A/M

Na Tabela 2, estão apresentados os valores de IVL e A/M obtidos do reator com 19 horas de paralisação da aeração.

Observa-se, na Tabela 2, que o reator com 19 horas de paralisação da aeração no início do tratamento obteve resultados considerados dentro da faixa ótima, porém, com o passar do tempo, os valores de IVL se elevaram consideravelmente, chegando até

124,9 mg L⁻¹, mesmo com a relação A/M sendo mantida dentro de valores considerados na faixa ótima com uma média de 0,6 d⁻¹. Esses valores são similares ao encontrado por Umsza-Guez (2004), utilizando reatores aeróbios para o tratamento da manipueira com a concentração de 3.200 mg DQO L⁻¹, mas com aeração contínua do sistema.

TABELA 2. Valores de IVL e A/M do reator com 19 horas de paralisação da aeração

IVL e A/M do reator com concentração de 3.200 mg L ⁻¹	
IVL - mL/g	A/M - d ⁻¹
83,3	0,8
82,2	0,6
111,7	0,5
119,4	0,6
124,9	0,7

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstraram que o tempo de paralisação de 19 horas, embora tenha afetado negativamente o sistema, diminuindo a eficiência do reator quando comparado a sistemas de aeração contínuos, obteve valores de eficiência equivalentes ao sistema de tratamento anaeróbio, em um período bem menor e com uma economia significativa de energia consumida para a aeração do sistema.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ALANIS, J.C. **Remoção de material carbonáceo e nitrificação em reator “Air-lift” de tubos concêntricos pressurizado utilizando lodo ativado.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

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.

CORDEIRO, G.Q. **Tratamento de Manipueira em Reator Anaeróbio Compartimentado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências

Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2006.

Ciências Exatas da UNESP, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2004.

DEL BIANCHI, V.L. **Balço de massa e de energia do processamento de farinha de mandioca em uma empresa de médio porte do estado de São Paulo.** 1998. 118p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FOSSA, C.E. **Tratamento aeróbio da vinhaça por lodo ativado em batelada seqüencial.** Monografia (Química Ambiental) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2007.

NUNES, E.; GABLE, G.; MARTINS, L. Mandioca. Disponível em: <<http://uvnt.universidadevirtual.br/ciencias/atualidades/mandioca.htm>>. Acesso em: 22 de junho de 2005.

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