

REMOÇÃO DE CARGA ORGÂNICA DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA DE FÉCULA DE MANDIOCA EM LAGOA ANERÓBIA COM COBERTURA PLÁSTICA

CLORI J. PONTELLO ¹, SIMONE D. GOMES ², MANOEL M. F. DE QUEIROZ ³, AJADIR FAZOLO ³, ANA C. B. KUMMER ⁴

¹ Eng^o Químico, Mestre em Engenharia Agrícola pela UNIOESTE/Cascavel/PR, Engenheiro do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), cloripon@brturbo.com.br;

² Eng^a Agrônoma, Prof. Adjunto, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE, Campus Cascavel-PR. simoned@unioeste.br;

³ Prof. Adjunto, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE, Campus Cascavel-PR;

⁴ Eng^a Agrícola, Mestranda do Curso de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel-PR.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de carga orgânica de efluente de fecularia em lagoa anaeróbia com cobertura plástica. O sistema foi constituído de dois reatores alimentados em paralelos, com volume útil de 15,98m³ cada, tempo de detenção hidráulico de 10 dias, alimentação contínua, sem correção de pH e sem controle de temperatura. Durante o período de um ano, foram monitoradas as temperaturas do ar, entrada e saída dos reatores com medições realizadas diariamente. Efetuou-se análise físico-química medindo-se o pH, DBO₅, DQO, ST e STV do afluente e efluente dos reatores coberto e descoberto, com frequência mensal. As temperaturas diárias medidas no reator coberto foram superiores ao descoberto. Observou-se eficiência de remoção de 10% maior no reator coberto e DBO₅ 15% maior também no reator coberto. O coberto com lona plástica apresentou menores oscilações com maior estabilidade na manutenção das temperaturas, principalmente nos períodos de baixas temperaturas, mostrando maior desempenho no tratamento de efluente de fecularia de mandioca.

PALAVRAS-CHAVE: reatores coberto/descoberto, influência da temperatura, água residuária de mandioca.

ABSTRACT: The present study aims at evaluating the effect of plastic canvass on the stability and keeping the anaerobic pond temperature treating the outflow of cassava. The system consisted of two reactors simultaneously supplied, with net volume of 15.98m³ each, 10 day hydraulic retaining time, continuously supplied, without pH correction and without temperature control. Air temperature and daily outflowing and inflowing of the reactors were monitorized for a period of one year. Both physical and chemical analyses were performed measuring pH, BOD₅, COD, TS, and TSV of the reactors' outflowing and inflowing in monthly frequency. The daily temperatures measured on the covered reactors were superior than on the uncovered ones. An efficiency of 10% on COD, and 15% on BOD₅ were observed on the covered reactor. The plastic canvass covered reactor showed less oscillations with greater stability in keeping temperatures, mainly in periods of low temperature, showing a better performance on the treatment of cassava processing outflow.

KEYWORDS: covered/uncovered reactors, temperature influence, cassava wastewater.

INTRODUÇÃO: O Estado do Paraná possui o maior e mais moderno parque industrial feculeiro do país, com 45 indústrias instaladas e em funcionamento. A capacidade nominal instalada é de 630 mil t.ano⁻¹, tendo produzido na safra de 2002, 430 mil toneladas de fécula de mandioca, segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca ABAM (2002), correspondendo a 70% da capacidade nominal das plantas industriais instaladas. Devido à elevada carga orgânica o lançamento dessa água residual pode trazer sérios problemas de poluição ambiental. Por essa razão, devem ser tratados e adequados aos padrões ambientais vigentes e, só assim, serem lançados. Segundo VON SPERLING (1996), as lagoas anaeróbias constituem-se em uma forma alternativa de tratamento, onde a existência de condições estritamente anaeróbias é essencial. Segundo SILVA (1977), as lagoas anaeróbias têm como desvantagem a possibilidade de emissão de mau odor, causados principalmente pelo gás sulfídrico, além da própria emissão do gás carbônico e do metano para a atmosfera. No Estado do Paraná, é comum o uso de lagoas de estabilização para o tratamento de águas residuais do setor de transformação de raiz de mandioca. Entretanto, nos períodos de inverno, coincidindo com o período de safra e esmagamento, observa-se uma queda na eficiência dos sistemas que pode ocorrer em razão da diminuição da temperatura ambiente. A cobertura das lagoas anaeróbias, comparado às lagoas descobertas, pode manter a temperatura a níveis mais apropriados ao processo biológico, melhorando a eficiência desse tipo de tratamento tão comum no Estado.

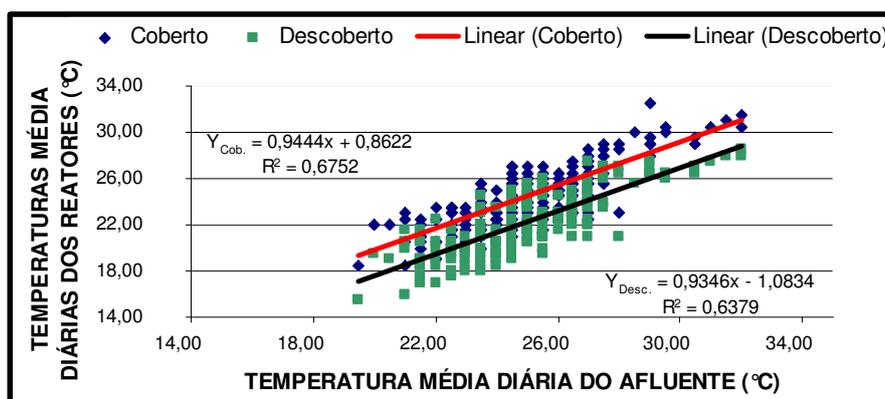
MATERIAL E MÉTODOS: O experimento teve duração de 12 meses e foi desenvolvido na indústria de fécula de mandioca no Estado do Paraná. Situa-se em uma Latitude de 23°39'16", Longitude 52°36'16", Clima Subtropical Úmido Mesotérmico. Foram construídos 2 reatores com volumes úteis de 15.980 L cada, em formato retangular, sendo no topo, comprimento de 5,0 m e largura de 3,0 m; no fundo, comprimento de 3,0 m e largura de 1,0 m, com profundidade total de 2,30 m e 2,0 m de profundidade útil. O isolamento da superfície, em um dos reatores, foi feito com lona plástica de espessura 0,5 mm dobrada quatro vezes. Esse material de cobertura utilizado teve como objetivo minimizar as diferenças de temperatura do conteúdo líquido do reator em relação à temperatura ambiente, evitar penetração de luz e ausência de oxigênio. O substrato utilizado foi água residuária (água de lavagem de raiz + água vegetal) do tanque de recepção de efluentes da fábrica. Este não recebeu correção de pH, nem adição de nutrientes e foi utilizado à temperatura ambiente, como gerado na fábrica e conduzido ao sistema de tratamento da indústria. A vazão de alimentação foi de 66,58 L.h⁻¹ e tempo de detenção hidráulico (TDH) de 10 dias. Os dois reatores foram inoculados com biomassa proveniente da lagoa anaeróbia da indústria. A partida dos dois reatores foi realizada observando as recomendações de LETTINGA et al. (1980) e VON SPERLING (1996). O sistema teve um período de 50 dias para aclimação. Na fase inicial os reatores foram aclimatados lentamente pela alimentação de 20% da vazão total de afluente de cada reator, a cada 10 dias. O efluente bruto obtido diretamente do processo industrial foi alimentado aos reatores com DQO média = 9285 mg.L⁻¹ (máx. = 12802 mg.L⁻¹; mín. = 5561 mg.L⁻¹), para cargas orgânicas média = 14,84 kg DQO.d⁻¹ (máx. = 20,46 kg DQO.d⁻¹; min. = 8,89 kg DQO.d⁻¹), semelhantes às adotadas por BARANA (2000). Amostras foram coletadas na alimentação e na descarga dos reatores uma vez por mês, para realização das análises. As análises físico-químicas realizadas foram: pH, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos totais voláteis (STV), de acordo com o Standard Methods for Examination of Waters and Wastewater, 20ª Ed. As temperaturas foram monitoradas às 10 e 15 horas diariamente em quatro pontos, sendo no ar ambiente, no afluente e no efluente dos reatores coberto e descoberto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1, é observada remoção média de 48,91% para a DQO do efluente do reator coberto enquanto que para o descoberto obteve-se remoção média de 34,21%, ao longo do período estudado. BARANA (2000) obteve redução de carga de DQO de 75,24%, com carga afluente de 9,45g L⁻¹.d⁻¹, no reator metanogênico, sem correção de pH no reator. Com correção do pH, conseguiu redução de até 85,61% na DQO, com carga aplicada de 6,16g L⁻¹.d⁻¹. Observou-se, no mês de Jun/04, eficiência de remoção da DQO de 43,61% para o reator coberto, enquanto para o descoberto a remoção da DQO foi de 15,80%. Para a DBO₅, verifica-se uma remoção média de 50,39% para o reator coberto e 32,66% para o reator descoberto, ao longo do período.

Tabela 1 - Eficiências de remoção de DQO, DBO₅, ST e STV para os reatores

Período	REATOR COBERTO				REATOR DESCOBERTO			
	Efic. Rem. DQO (%)	Efic. Rem. DBO ₅ (%)	Efic. Rem. ST (%)	Efic. Rem. STV (%)	Efic. Rem. DQO (%)	Efic. Rem. DBO ₅ (%)	Efic. Rem. ST (%)	Efic. Rem. STV (%)
Jul/03	74,78	80,93	80,28	79,47	68,31	80,93	68,71	64,47
Ago/03	67,15	77,92	34,46	35,87	62,93	57,71	11,05	11,52
Set/03	53,80	57,06	53,41	62,02	41,28	16,34	31,44	59,51
Fev/04	42,17	51,35	62,53	72,23	10,38	15,98	56,57	66,42
Mar/04	89,54	84,88	73,04	72,34	88,72	83,18	72,70	71,59
Abr/04	23,23	25,84	69,87	69,66	6,28	10,60	56,70	57,77
Mai/04	58,91	36,02	92,08	91,19	37,33	28,17	86,45	84,64
Jun/04	43,61	40,43	16,91	9,01	15,80	11,52	0,62	13,38
Jul/04	25,87	12,32	84,44	83,27	17,84	4,26	68,06	64,61
Ago/04	15,40	20,30	74,31	73,61	14,74	5,82	70,83	69,90
Set/04	37,94	42,11	90,19	91,32	35,32	20,19	94,05	94,93
Out/04	54,54	75,57	96,12	96,27	11,63	57,2	74,78	77,88
Média	48,91	50,39	68,97	69,69	34,21	32,66	57,66	61,38
Desv P.	21,98	25,03	23,97	24,92	26,74	29,06	28,91	25,17

No mês de Jun/04 a eficiência de remoção de DBO₅ foi de 40,43% para o reator coberto e de 11,52% para o reator descoberto. Este aumento de eficiência no reator coberto, comparado ao descoberto, pode estar associado às temperaturas diárias superiores, observadas no reator coberto. Quanto aos Sólidos Totais (ST), observa-se para o reator coberto uma eficiência de remoção média de ST de 68,97%, enquanto para o reator descoberto média de 57,66%, ao longo do período estudado. Com exceção do mês de Jun/04 (mais frio), onde as eficiências foram de 16,91% para o coberto e 0,62% para o descoberto. RIBAS & BARANA (2003) obtiveram 44% de remoção para ST e 60% para STV, operando reator com temperatura mantida em 32°C ± 1°C, pH ajustado entre 5,5 e 6,0 e tempo de detenção hidráulico de 9,6 dias. Com relação aos Sólidos Totais Voláteis (STV), observou-se ao longo do estudo um comportamento semelhante ao ST. Para o reator coberto, a eficiência de remoção média obtida foi de 69,69%, enquanto para o reator descoberto de 61,38%. Os resultados obtidos para o reator coberto foram semelhantes aos obtidos por BARANA (2000), operando reator acidogênico. Na Figura 1 é mostrado o comportamento das temperaturas médias diárias dos efluentes, em relação à temperatura média diária do afluente no período estudado. O calor cedido através da massa de afluente alimentado foi melhor mantido no reator coberto, comparado ao descoberto. Este perdeu mais calor para o ambiente externo, por não estar protegido pela cobertura plástica (corpo negro), que por sua vez também armazena o calor da radiação solar (não medido durante o experimento).

**Figura 1** Ilustração do efeito da temperatura do afluente em relação às temperaturas médias diárias dos reatores.

CONCLUSÕES: Obteve-se remoção de DQO de cerca de 10% superior no reator coberto em relação ao descoberto. A remoção de DBO₅ no reator coberto foi 15% maior que no reator descoberto. Ao longo do período estudado, observou-se temperaturas médias diárias superiores no efluente do reator coberto, do que no descoberto, ficando mais evidenciado nos períodos de baixas temperaturas do ar ambiente. O reator coberto com lona plástica apresentou maior capacidade de retenção de calor que não foi cedido ao ar ambiente, mantendo o gradiente de temperatura, que por não ter sofrido oscilações bruscas melhorou a estabilidade do reator.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABAM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE AMIDO DE MANDIOCA. Paranaíba – Paraná, 2002.

BARANA, A. C. Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica. Botucatu, 2000. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

LETTINGA; VAN NELSEN; ZELW, W. Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept, for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment, *Biotechnology & Bioengineering*, v.XXII, n.º 4, 1980, p.699-734.

RIBAS & BARANA. Start up adjustment of a plug-flow digester for cassava wastewater (Manipueira) treatment. *UNESP/CERAT*. Piracicaba, Brazil, vol. 60, nº 2, apr/june 2003.

SILVA, M. O. S. A. Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgotos. São Paulo: CETESB, 1977. p.226.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Lagoas de estabilização. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, vol. 3, 1996. 52-60p.