

# *Café solúvel: tratamento anaeróbico de despejos da produção*

Alcides Diniz Garcia Jr.<sup>1</sup>  
Luiz A. Valle do Amaral<sup>2</sup>  
Maria de Lourdes M. Vicente<sup>3</sup>  
Marcos Eduardo de Souza<sup>4</sup>  
Wanderley Borba<sup>5</sup>

**RESUMO** Um despejo típico da produção de café solúvel foi submetido a testes de tratabilidade em digestor anaeróbico de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB), em escala de laboratório, por um período de cinco meses. Durante os testes foi possível atingir um tempo mínimo de detenção hidráulica de 2,1 dias. Os resultados obtidos em duas condições médias indicaram produção de gás da ordem de 0,3 Nm<sup>3</sup>/kgDQO adicionada, contendo cerca de 75% de metano, assim como uma remoção de DBO<sub>5</sub> de cerca de 90%. Estes resultados permitem prever bom desempenho para um sistema de tratamento em escala real operando sob tempos de detenção hidráulica bastante inferiores.  
**Palavras-chave:** tratamento anaeróbico, reator de fluxo ascendente, reator UASB, efluentes industriais, café solúvel.

**ABSTRACT** Treatability tests of instant coffee industry wastes were run in a lab scale upflow anaerobic sludge blanket reactor, during five months. A minimum hydraulic retention time of 2.1 days was attained. The results obtained in two average conditions indicated a gas yield of about 0.3 Nm<sup>3</sup>/kgCOD added, containing about 75% of methane, as well as a BOD removal about 90%. From these data a good performance of the treatment system can be predicted at very short hydraulic retention times.  
**Key words:** anaerobic treatment, upflow reactor, UASB reactor, industrial effluents, instant coffee.

## *INTRODUÇÃO*

Os processos anaeróbios vêm se tornando cada vez mais atraentes, devido ao desenvolvimento de novos tipos de reatores – entre eles o digestor anaeróbico de fluxo ascendente e manto de lodo – que possibilitam o tratamento de despejos industriais e esgotos domésticos sob tempos de detenção hidráulica bastante reduzidos, elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, além da produção de biogás. O objetivo deste trabalho é de, através de ensaios em escala de laboratório, obter subsídios para um biodigestor de fluxo ascendente e manto de lodo em escala real, com a finalidade de tratar despejos típicos de uma indústria de café solúvel.

## *METODOLOGIA*

Foi utilizado um reator com 18 L de capacidade útil, construído em PVC, operando em fluxo ascendente com manto de lodo. A temperatura no interior do reator foi controlada em 35°C, através da circulação com água aquecida por serpentina externa. Um desenho esquemático do sistema está indicado na Figura 1. O gás produzido foi medido diariamente em um gasômetro telescópico devidamente calibrado.

<sup>1</sup> Engenheiro Químico da CETESB, Mestre em Engenharia.  
<sup>2</sup> Farmacêutico-bioquímico da CETESB.  
<sup>3</sup> Estagiária da CETESB.  
<sup>4</sup> Engenheiro Químico Consultor, Mestre em Engenharia.  
<sup>5</sup> Analista de Laboratório da CETESB.

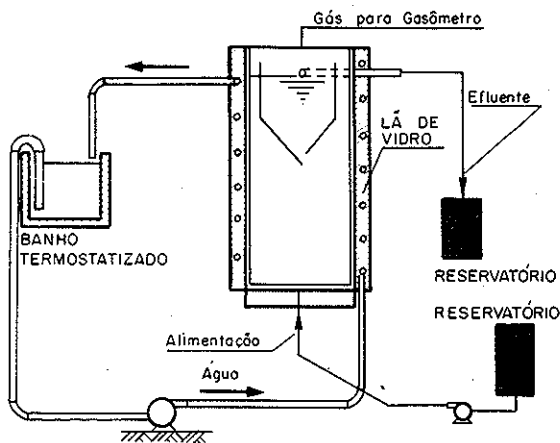


Figura 1 – Representação esquemática do sistema de biodigestão utilizado.

O reator foi inoculado com lodo semi-granulado proveniente de outro sistema similar operando com vinhoto e gradativamente adaptado ao efluente novo. O efluente para a realização do estudo consistiu do efluente normal da indústria, coletado de maneira composta durante 24 horas, a cada quinzena. Após a coleta, o efluente era mantido sob refrigeração para minimizar sua variação de composição por degradação. A adaptação e o posterior carregamento do reator foram realizados pela variação do volume diário de despejo alimentado, observando-se seu desempenho em termos de produção de biogás e concentração dos ácidos orgânicos voláteis. Quando estes dois indicadores se mantinham estáveis, submetia-se o reator a aumentos de carga aplicada.

## RESULTADOS

A etapa de adaptação do lodo inoculado ao despejo foi completada em cerca de 50 dias e, até o 103º dia de teste, o sistema foi operado com carga orgânica crescente. No 103º dia ocorreu um choque de pH no digestor, provocado pela adição accidental de  $H_2SO_4$  associada a uma tendência de perda de alcalinidade que já vinha sendo observada com o efluente. Como o sistema não mostrou indícios de recuperação rápida, optou-se pela reinoculação do reator com lodo granulado no 110º dia. O sistema foi mantido em operação até o 159º dia.

Durante alguns períodos do estudo foi necessária a correção do pH da alimentação para manter o pH do digestor na faixa entre 6,8 e 7,2 recomendada para a digestão anaeróbia. Os resultados obtidos durante o teste estão apresentados na Figura 2 (características do efluente coletado quinzenalmente) e nas Figuras 3, 4 e 5 (características do reator, alimentação e efluente). Com base nelas, foram selecionados dois períodos de operação estável para a determinação de valores médios para os principais parâmetros determinados. A primeira condição corresponde ao intervalo entre o 57º e o 102º dias de teste e a segunda ao intervalo entre o 115º e o 159º dias de teste. Os valores médios encontrados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

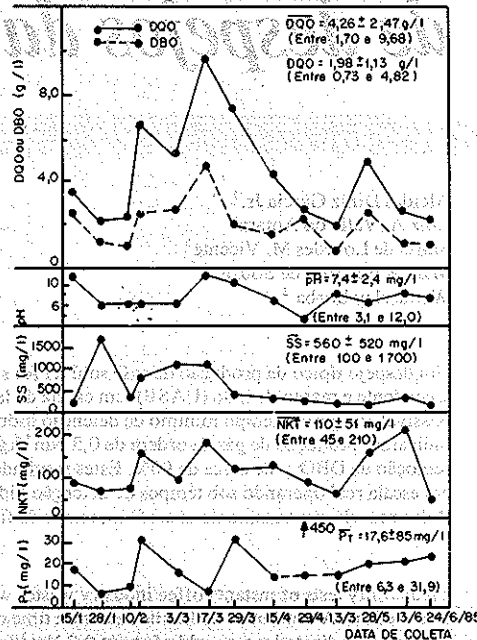


Figura 2 – Características do despejo utilizado nos testes.

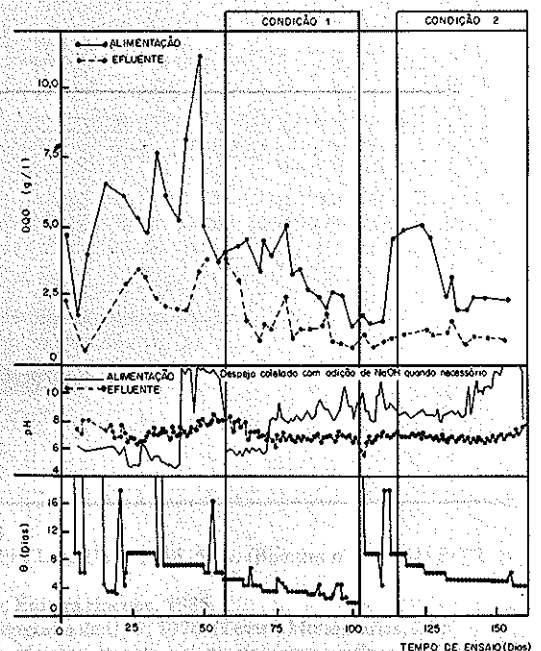


Figura 3 – Variação de DQO, e pH  $\theta$  em função do tempo de ensaio.

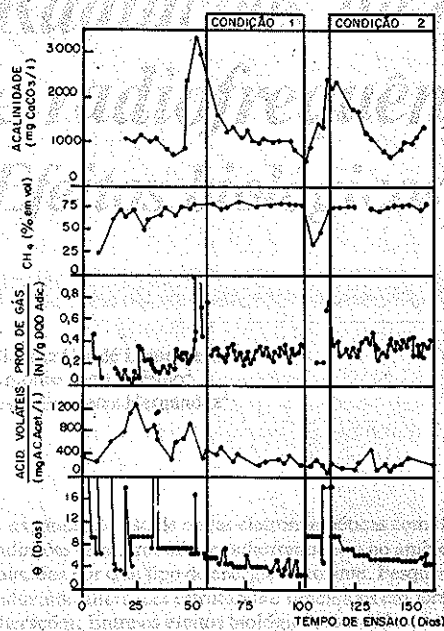


Figura 4 - Variação de DBO, SS e  $\theta$  em função do tempo de ensaio.

Tabela 1 - Valores médios das características da alimentação e efluente entre os dois períodos considerados.

Condição		1	2
Intervalo (dias)		57 a 102	115 a 159
Alimentação	pH	7,7 ± 1,4	9,6 ± 1,4
	DQO	3.080 ± 1.140	3.140 ± 1.240
	DBO	1.470 ± 400	1.330 ± 700
	SS	490 ± 425	320 ± 170
	NKT	96 ± 28	104 ± 46
P <sub>T</sub>	12,0 ± 4,9	17 ± 6,8	
Efluente do Digestor	pH	7,0 ± 0,4	6,9 ± 0,2
	DQO	1.260 ± 550	1.130 ± 20
	DBO	124 ± 67	178 ± 83
	SS	51 ± 30	102 ± 64

Obs.: Todas as unidades em mg/l, exceto pH.

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros de operação do ensaio.

Condição		1	2
Intervalo (dias)		57 a 102	115 a 159
$\theta$ mínimo (dias)		2,1	4,5
CH <sub>4</sub> (% em volume)		76,9 ± 2,8	75,2 ± 3,7
Prod. de gás (NI/g DQO aad.)		0,27 ± 0,06	0,31 ± 0,06
Remoção	DQO (%)	59	64
	DBO (%)	91	87
	SS (%)	89	68

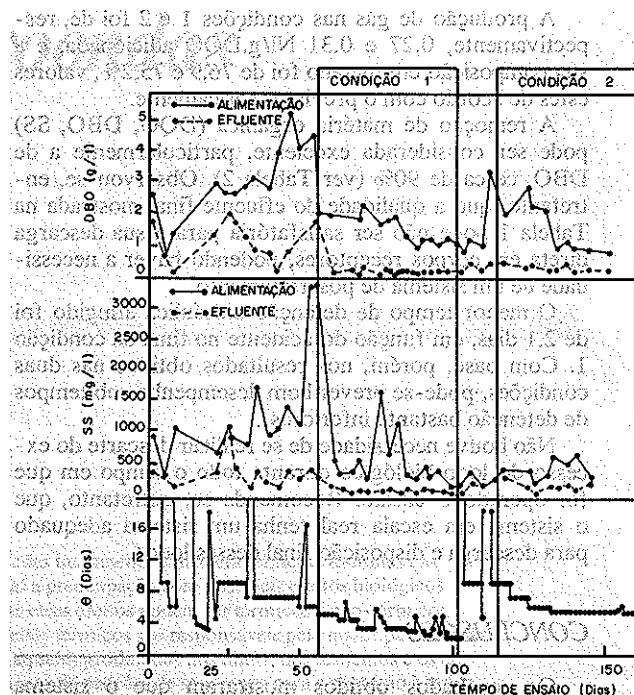


Figura 5 - Variação de alcalinidade, CH<sub>4</sub> no gás, produção de gás, concentração de ácidos voláteis e  $\theta$  em função do tempo de ensaio.

## DISCUSSÃO

As relações encontradas para as duas condições operacionais médias foram:

$$\frac{DQO}{NKT} < 70 \text{ e } \frac{DQO}{P_T} < 350$$

Essas relações são consideradas adequadas para a biodigestão, não havendo necessidade de suplementar nitrogênio e fósforo ao despejo, o que foi comprovado durante a operação do reator.

A Figura 2 mostra, com muita clareza, que as amplitudes de variação da concentração do despejo coletado são muito grandes e desaconselháveis para a operação adequada de sistema de tratamento. Recomenda-se a instalação de um sistema de equalização.

Com relação à concentração de sólidos em suspensão, não foram observados efeitos adversos ao processo de biodigestão. Entretanto, valores inferiores a 500 mg/l terão efeito benéfico na operação de um futuro digestor.

Foi observada uma tendência de perda de alcalinidade no efluente. Esta situação foi controlada pela correção do pH da alimentação do reator. Para um biodigestor em escala real, recomenda-se a adoção de um sistema para adição de base.

Pela Figura 5 pode ser observado que, a partir do 57º dia, considerado o final da adaptação do lodo biológico, a concentração de ácidos voláteis se manteve estável, indicando que o processo operou em boas condições.

A produção de gás nas condições 1 e 2 foi de, respectivamente, 0,27 e 0,31 NI/g.DQO adicionada, e a sua composição em metano foi de 76,9 e 75,2%, valores estes de acordo com o previsto teoricamente.

A remoção de matéria orgânica (DQO, DBO, SS) pode ser considerada excelente, particularmente a de DBO, cerca de 90% (ver Tabela 2). Observou-se, entretanto, que a qualidade do efluente final mostrada na Tabela 1 pode não ser satisfatória para a sua descarga direta em corpos receptores, podendo haver a necessidade de um sistema de pós-tratamento.

O menor tempo de detenção hidráulica atingido foi de 2,1 dias, em função do acidente no final da condição 1. Com base, porém, nos resultados obtidos nas duas condições, pode-se prever bom desempenho sob tempos de detenção bastante inferiores.

Não houve necessidade de se realizar descarte do excesso de lodo biológico durante todo o tempo em que foi operado o ensaio. Recomenda-se, entretanto, que o sistema em escala real tenha um sistema adequado para descarga e disposição final desses lodos.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostraram que o sistema conseguiu atingir uma eficiência de remoção de DBO de cerca de 90%, atendendo aos padrões da legislação para lançamento em corpos receptores. Entretanto, a DBO do efluente é da ordem de 200 mg/l, podendo ser necessário um pós-tratamento caso seja requerida melhor qualidade do efluente final.

Houve a necessidade de correção do pH da alimentação, devido à tendência do sistema em perder alcalinidade. Não houve a necessidade de suplementação de nutrientes.

Recomenda-se a instalação de um tanque de equalização, para evitar que a alimentação do sistema tenha características de variação de composição tão acentuadas.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a colaboração do analista Roberto C. Martins, responsável pelas análises por cromatografia gasosa.

## REFERÊNCIAS

- 1 - LETTINGA, G. et alii. Use of upflow sludge blanket (UASB) reactor concept for biological wastewater treatment especially for anaerobic treatment. *Biootechnology and bioengineering* 22 (4): 699-734, apr. 1980.
- 2 - VIEIRA, S.M.M. & SOUZA, M.E. Métodos Analíticos para Acompanhamento da Biodigestão. *Revista Energia - Fontes Alternativas III* (15): 26-36, jul/ago, 1981.
- 3 - SOUZA, M.E. *Fatores que influenciam a digestão anaeróbia*. CETESB. V Simpósio Nacional de Fermentação. Viçosa, MG. 26 a 29 de julho de 1982.
- 4 - *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Washington, DC, 16. APHA/AWWA/WPCF, 1985.