



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP  
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELLECTUAL DA UNICAMP

**Versão do arquivo anexado / Version of attached file:**

Versão do Editor / Published Version

**Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:**

<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/629>

**DOI: 10.18406/2316-1817v7n32015629**

**Direitos autorais / Publisher's copyright statement:**

©2014 by Instituto Federal Sul de Minas Gerais. All rights reserved.

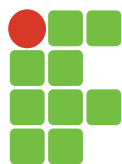
DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>



# Tratamento de resíduo líquido de laticínios utilizando Caixas de Gordura e Reator Anaeróbio Compartimentado seguido de Leitos Cultivados

Ana C. F. M. da Silva<sup>1</sup>

José E. S. Paterniani<sup>2</sup>

Denis M. Roston<sup>3</sup>

Taciano B. Fernandes<sup>4</sup>

## Resumo

Neste trabalho, foi avaliado o desempenho e a eficiência de um sistema de tratamento de efluentes de laticínios na remoção da carga orgânica do efluente. O sistema utilizado foi composto por caixas de gordura, reator anaeróbio compartimentado e leitos cultivados de fluxo subsuperficial vegetado com *Typha* sp. e brita #1 como meio suporte, sob diferentes tempos de detenção hidráulica (3 e 5 dias) nos leitos cultivados. Como média geral na remoção de DBO e de DQO, o tratamento, com tempo de detenção de 3 dias, conseguiu remover 98,87% de DBO e 99,77% de DQO. O tempo de detenção hidráulica de 5 dias removeu, em média, 99,51% de DBO e 99,56% de DQO. Os resultados indicam que o sistema foi eficiente no tratamento de resíduos líquidos de laticínios.

**Palavras-chave:** Efluente. *Typha* sp.. Remoção de Carga Orgânica. Indústria de Processamento de Leite.

## Introdução

A indústria de laticínios é o setor mais expressivo da indústria de alimentos no Brasil (INDI, 2002). Em 2009, existiam cerca de cinco mil laticínios no país, 50% localizados em Minas Gerais (PEREIRA, 2009). Segundo dados da Câmara Temática de Indústria, Mineração e Infra-Estrutura do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), apenas 69 estabelecimentos, dentre as 1,3 mil indústrias de laticínios e cooperativas leiteiras em Minas Gerais, possuem sistemas de tratamento de efluentes líquidos para tratar resíduos de produção, e 21 estão em fase de desenvolvimento (MOINHOS, 2008). Quando o soro é incorporado aos efluentes líquidos de um laticínio, ele deixa de ser considerado por suas qualidades químicas e nutricionais e passa a ser analisado apenas por seu potencial poluidor em função do seu volume e carga orgânica.

Devido à grande diversidade de produtos de laticínios, cada unidade de produção possui características próprias de vazão e composição de seus resíduos e estas características são de fundamental

1 Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus* Inconfidentes. Áreas de atuação: Alimentos e Meio Ambiente. E-mail: anaferreiramoreira@yahoo.com.br. Rua Jorge Chiste, 59, Jardim Ouro Verde, CEP. 37.570-000, Ouro Fino, Minas Gerais. Telefone profissional: (35) 3464-1188, ramal #26.

2 Faculdade de Engenharia Agrícola- UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP-13083-875, Campinas – SP- Fone: 19-35211019, e-mail: pater@feagri.unicamp.br

3 Faculdade de Engenharia Agrícola- UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP-13083-875, Campinas – SP- Fone: 19-35212900, e-mail: denis@agr.unicamp.br

4 Tecnólogo em Agrimensura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus* Inconfidentes. Áreas de atuação: Alimentos e Meio Ambiente. E-mail: taciano.fernandes@ifsuldeminas.edu.br. Praça Tiradentes, 416, Centro, C.E.P. 37,576-000, Inconfidentes, MG, caixa postal 39. Fone: (35) 3464-1188.

importância para o desenvolvimento de um sistema de tratamento de resíduos eficiente. De acordo com Vourch et al.(2008), as indústrias de laticínios são consideradas as mais poluentes, dentre as alimentícias, pelo seu elevado consumo de água e conseqüente geração de elevado volume de efluente.

Os problemas ambientais mais sérios causados por agroindústrias de laticínios estão relacionados ao destino dado à parcela não aproveitada do soro, que é lançada diretamente nos cursos d'água. Quando o soro não é separado dos resíduos líquidos e reaproveitado, ocorre um aumento da carga orgânica do resíduo líquido lançado ao corpo receptor. Portanto, pequenos laticínios possuem potencial poluidor mais elevado, por não apresentarem, em geral, meios de separar esse soro e destiná-lo da forma mais adequada.

Embora com características próprias, que variam de uma indústria de laticínios para outra, de modo geral, o efluente gerado na higienização de laticínios, mesmo quando se faz a separação do soro, é rico em gorduras, carboidratos e proteínas. Em muitos laticínios, o soro é descartado junto aos efluentes líquidos, e por seu elevado potencial poluidor é considerado um forte agravante nas condições ambientais dos locais do lançamento (MACHADO, 2002).

As águas de lavagem resultantes dos processos de limpeza são as que mais contribuem para o volume gerado de efluentes na empresa (MENDES, 2003) e com elevada carga orgânica, tanto da matéria-prima, quanto dos seus derivados (BRIÃO, 2000; MACHADO et al., 2006; MENDES et al., 2006) resultando em um efluente com elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), óleos e graxas, nitrogênio, fósforo etc., além do descarte de águas de enxágue com pH variando de 1,0 a 13,0 pelo sistema CIP (*Cleaning in Place*) de limpeza automática (BRIÃO, 2000; BRIÃO, 2005). Estima-se que as perdas de leite para o efluente estejam em torno de 0,5% a 4,0% da quantidade total de leite recebida pela indústria. Tais perdas ocorrem em razão de vazamentos e derramamentos em tubulações e outras instalações, decorrentes da operação ou da manutenção inadequadas, além de transbordamentos de tanques. (OMIL et al., 2003).

Para o tratamento de águas residuárias de laticínios, dois aspectos devem ser considerados. O primeiro é que o soro e o leiteiro devem ser encarados como insumos e não devem ser admitidos nas estações de tratamento de efluentes, para não elevar os custos para a implantação e operação, além de prejudicar o bom funcionamento dos sistemas de tratamento. O segundo aspecto refere-se às diversas medidas de controle de produção que devem ser adotadas pelos laticínios, com o intuito de reduzir a carga orgânica do efluente e o consumo de água, que normalmente está acima do recomendado. (MACHADO et al., 1999).

Os processos biológicos são os mais utilizados para o tratamento de efluentes de laticínios, em razão da grande quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável presentes em sua composição. Os processos aeróbios são os mais aceitos, destacando-se os filtros biológicos, os lodos ativados e os valos de oxidação. Independente do tipo de tratamento escolhido, o soro deve ter uma destinação à parte. (NAIME et al., 2005).

Entretanto, existem vários métodos anaeróbios para o tratamento de águas residuárias que podem ser utilizados para tratamento de resíduos líquidos de laticínios, dentre os quais se destaca o Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC).

Em comparação com outros tipos de tratamentos, o processo anaeróbio responde satisfatoriamente às flutuações de carga, principalmente quando os reatores já se encontram operando em estado de equilíbrio dinâmico.

O resíduo proveniente de RAC exige um tratamento de polimento para atingir as condições necessárias para o seu lançamento em cursos d'água e, neste caso, a utilização de leitões cultivados

por macrófitas é indicada, pois a vegetação utiliza os nutrientes disponibilizados pela água residuária, extraíndo macro e micronutrientes, além da matéria orgânica necessária ao seu crescimento, evitando seu acúmulo e a conseqüente salinização do meio onde ocorre o seu desenvolvimento. Estas plantas favorecem o desenvolvimento de filmes biologicamente ativos que propiciam a degradação dos compostos orgânicos, concorrendo para uma depuração da água residuária de forma mais eficiente e rápida. As grandes vantagens do sistema de leitos cultivados são o baixo custo para implantação e operação e alta eficiência na remoção de DBO e nutrientes em solução.

Este trabalho teve como objetivo conhecer a eficiência de um sistema composto por Caixas de Gordura, Reator Anaeróbio Compartimentado e Leitos Cultivados com *Typha* sp. empregando 3 e 5 dias de Tempo de Detenção hidráulica nos leitos cultivados, na remoção de matéria orgânica de resíduo líquido de uma indústria de laticínios em condições reais de funcionamento.

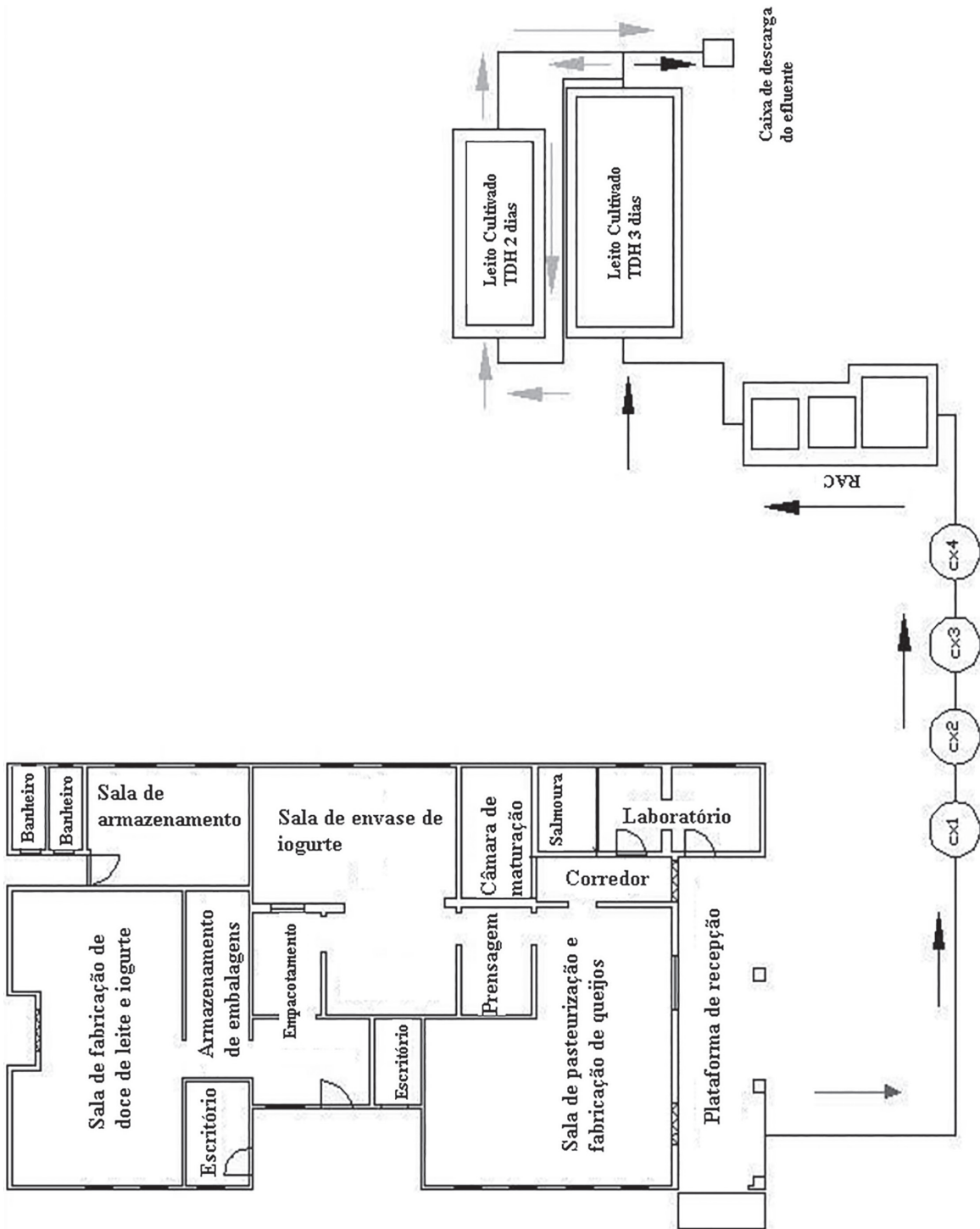
## Material e métodos

O experimento foi conduzido na fazenda do *Campus* Inconfidentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.

O Instituto possui um laticínio com capacidade de beneficiamento de 1.200 litros de leite por dia e produz diversos queijos, iogurtes, doce de leite e bebidas lácteas. Consume, em média, 4 litros de água por litro de leite beneficiado, gerando cerca de 4.800 litros de água residuária por dia. Este resíduo consiste basicamente de água de lavagem, sendo o soro resultante do processamento de queijos utilizado na produção de ricota, bebidas lácteas e doces de leite, e também na alimentação animal. Apesar do aproveitamento do soro, a água residuária ainda apresenta elevado índice de  $DBO_5$  e sólidos totais, o que indica sua necessidade de seu tratamento antes do lançamento no curso d'água.

A água de lavagem de todos os setores da indústria contém resíduos de detergentes neutros, ácidos ou alcalinos, de acordo com o tipo de lavagem a ser realizada e do equipamento, além de produtos específicos para sanitização à base de hipoclorito de sódio e iodo.

O sistema de tratamento é composto por 4 caixas de gordura, que funcionam também como tanques de equalização, interligadas e ligadas ao Reator Anaeróbio Compartimentado de fluxo ascendente, constituído de 3 câmaras, e 2 leitos de fluxo subsuperficial horizontal cultivados com *Typha* sp. e brita #1, como meio suporte, para o tratamento dos resíduos líquidos do laticínio, de acordo com a representação esquemática das Figuras 1 e 2. O meio suporte preencheu cada leito até a altura de 0,80 m, restando uma borda livre de 0,20 m. A brita utilizada como meio suporte foi lavada antes de ser colocada nos leitos com a mesma água servida para a indústria, e também após o preenchimento dos leitos com o meio suporte, para a retirada dos pós finos existentes no meio da brita.



**Figura 1:** Representação esquemática da unidade de produção e da unidade experimental de tratamento de resíduos.  
Fonte: Elaboração dos autores.



**Figura 2:** Sistema de Tratamento – vista geral.  
Fonte: Elaboração dos autores.

Além da água de lavagem, as águas provenientes do laboratório de análises físico-químicas também foram encaminhadas ao sistema de tratamento. O sistema construído tem capacidade de tratar 1000 (mil) litros de resíduo líquido por dia, o que representa, aproximadamente, 21% do volume total produzido.

O resíduo deve ser armazenado, pois a produção do laticínio é descontínua, possuindo picos de produção pela manhã, de segunda a sexta-feira. A partir destas caixas, após a correção da acidez, o efluente seguiu através de tubulações de PVC de 50 mm, instaladas no fundo de cada caixa, para o Reator Anaeróbio Compartimentado de fluxo ascendente, constituído de três câmaras, para que ocorresse a digestão anaeróbia do material orgânico presente, com tempo de detenção hidráulica de doze horas em fluxo contínuo. O efluente oriundo do reator é tratado em leitos cultivados com *Typha sp.*, de fluxo subsuperficial, com tempos de detenção hidráulica de três e cinco dias.

O sistema foi testado por onze meses, de maio de 2009 a março de 2010. As análises foram realizadas durante nove meses, de julho de 2009 a março de 2010. Em julho de 2009, foi realizada uma caracterização do resíduo e doze amostras foram coletadas a partir de setembro de 2010, no período de verão, dando ao experimento uma característica de sazonalidade.

As amostras foram coletadas em cinco pontos no sistema de tratamento: o resíduo bruto, na saída do laticínio, antes da entrada da primeira caixa de gordura; antes da entrada no reator anaeróbio compartimentado; após a entrada no reator anaeróbio compartimentado; na saída do leito cultivado com TDH de três dias (LC1) e após passar pelos dois leitos, com TDH de cinco dias (LC2). Nesses cinco dias, três foram de detenção hidráulica no primeiro leito, e dois, no segundo leito. Os parâmetros analisados foram  $DBO_5$  e DQO e os valores obtidos das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.



## Resultados e discussão

O desempenho em relação à remoção de matéria orgânica do resíduo foi avaliado em relação aos valores exigidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH – MG nº1, de maio de 2008, que regulamenta o lançamento de efluentes tratados em cursos d'água em Minas Gerais.

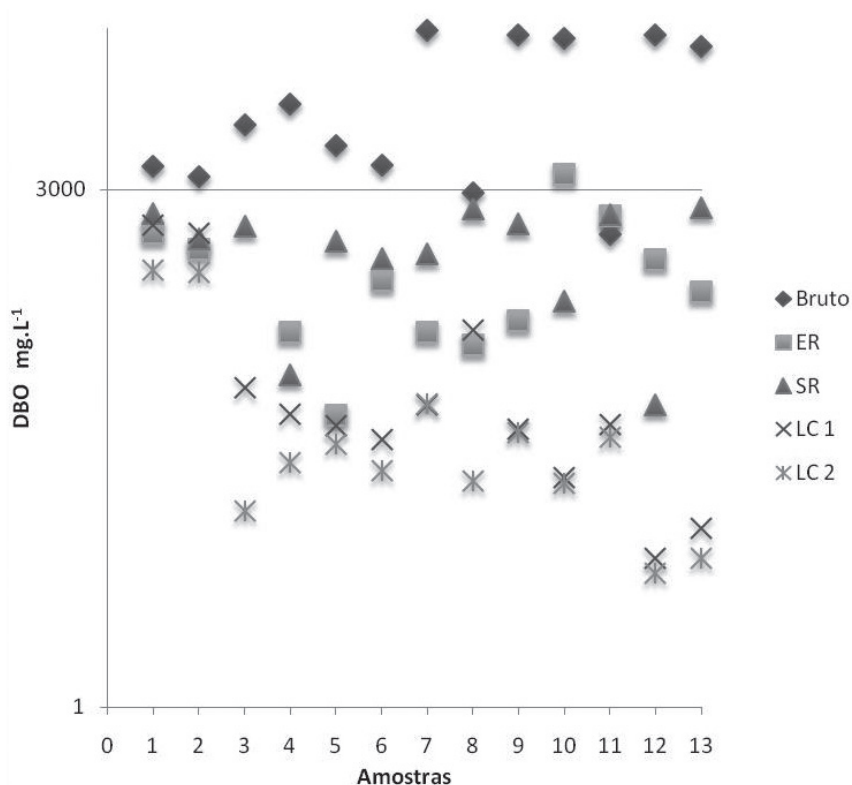
O comportamento do sistema em relação à remoção de DBO está apresentado na Tabela 1, que mostra os valores das concentrações médias encontradas nos ensaios realizados, e na Figura 3, que apresenta os valores das concentrações verificadas nos pontos de amostragem em função do tempo.

**Tabela 1:** Concentração média de DBO ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nos pontos de amostragem.

Resíduo	Médias originais ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	Tukey a 5%
Bruto	8406,54	a*
(ER) Entrada do RAC (Reator anaeróbio compartimentado)	620,32	b
(SR) Saída do RAC (Reator anaeróbio compartimentado)	966,87	b
Saída do LC 1 (Leito cultivado 1 com tempo de detenção hidráulica de 3 dias)	85,38	c
Saída do LC 2 (Leito cultivado 2 com tempo de detenção hidráulica de 5 dias)	46,57	c

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.  
Fonte: Elaboração dos autores.

A redução da concentração de DBO5 do resíduo bruto para a entrada do RAC foi de 92,62%, sugerindo que as caixas de gordura/tanques de equalização funcionaram como reatores anaeróbios, possibilitando esta redução. O aumento da concentração de DBO5 na saída do RAC pode ter sido devido, provavelmente, à mobilização de lodo de fundo.



**Figura 3:** Variações nas concentrações de DBO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) ao longo do tempo.  
Fonte: Elaboração dos autores.

A eficiência do sistema de tratamento, desde a entrada da caixa de gordura do sistema até a saída no LC 2, após cinco dias de detenção hidráulica, para a remoção de DBO, manteve-se, durante quase todo o experimento, acima dos 85% exigidos pela legislação do estado de Minas Gerais. Apenas nos dois primeiros ensaios, realizados em 10/07/2009 e 03/09/2009, os valores de redução de DBO estiveram abaixo de 85%. O valor máximo atingido na remoção de DBO foi de 99,98%, em 16/03/2010, no penúltimo ensaio realizado, evidenciando as potencialidades do sistema na remoção de matéria orgânica do resíduo líquido de laticínios. Neste ensaio, foi possível verificar que houve redução da DBO em 99,97% no resíduo proveniente do leite cultivado com três dias de detenção hidráulica e 99,8% no final do sistema, com cinco dias de detenção hidráulica. Como pode ser visto na Tabela 1, não existe uma diferença estatística entre os leitos cultivados com tempos de detenção diferentes. Como média geral na remoção de DBO, o tratamento, utilizando tempo de detenção de três dias, conseguiu remover 98,87%, enquanto o tratamento utilizando cinco dias de detenção hidráulica removeu, em média, 99,51%. No entanto, ambos os tratamentos atingem o exigido pela legislação mineira.

Como pode ser observado na Figura 3, a maior concentração de DBO no resíduo bruto ocorreu na amostra 7, com 35.400,0 mg.L<sup>-1</sup> de DBO, e a menor concentração no resíduo bruto ocorreu na amostra 11, com 1.500,0 mg.L<sup>-1</sup> de DBO. Esta ampla variação na concentração de matéria orgânica em efluentes líquidos de laticínios é comum, pois ocorre em função da produção diária, que é muito variável.

Farnet et al. (2009) observaram redução média na DBO de 90,75% em estudos para acompanhar a transformação da matéria orgânica em leitos cultivados de fluxo subsuperficial de resíduo de queijo em clima mediterrâneo, resultado próximo do encontrado no presente estudo.

A utilização de tanque séptico, seguido de filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal, no tratamento de efluentes líquidos da atividade agroindustrial combinada com esgotos domésticos foi estudada por (SEZERINO et al., 2006). Neste estudo verificou-se uma redução de 97% na concentração de DBO, após 12 anos de operação do sistema.

A eficiência de remoção de DQO, em termos de concentração, para o sistema de tratamento pode ser observada na Tabela 2 e na Figura 4.

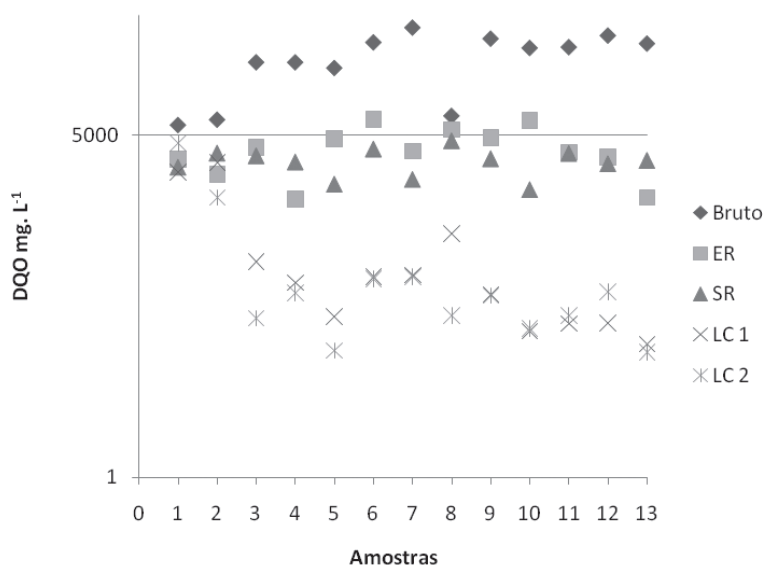
**Tabela 2:** Concentração média de DQO nos pontos de amostragem.

Resíduo	Médias originais (mg.L <sup>-1</sup> )	Tukey a 5%
Bruto	33289,36	a*
Entrada do RAC (Reator anaeróbio compartimentado)	3286,33	B
Saída do RAC (Reator anaeróbio compartimentado)	2555,17	B
Saída do LC 1 (Leito cultivado 1 com tempo de detenção hidráulica de 3 dias)	120,22	C
Saída do LC 2 (Leito cultivado 2 com tempo de detenção hidráulica de 5 dias)	81,40	C

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Fonte: Elaboração dos autores.





**Figura 4:** Variações nas concentrações de DQO (mg. L<sup>-1</sup>) ao longo do tempo.  
Fonte: Elaboração dos autores.

A eficiência do sistema de tratamento para a remoção de DQO, assim como para a remoção de DBO, manteve-se, durante quase todo o tratamento, acima do exigido pela legislação mineira, que é 75% de remoção de DQO.

O valor máximo de remoção atingido pelo sistema foi no 13º ensaio, em 23/03/2010, com 99,95% de remoção de DQO. Estatisticamente, o sistema utilizando três e cinco dias de detenção hidráulica não apresentou diferença significativa, sugerindo que o tempo de detenção de três dias é suficiente para a remoção de DQO no sistema.

Da mesma forma, os testes estatísticos demonstram a não eficiência do RAC na remoção de DQO, não apontando diferença significativa entre os resíduos na entrada e saída do reator. Porém, os resultados médios obtidos mostram uma remoção bastante significativa de DQO na etapa que antecede o reator anaeróbio, as caixas de gordura. Como o resíduo do laticínio só é produzido na parte da manhã e este teve que ser coletado e estocado nessas caixas para abastecimento do RAC a cada 12 horas, boa parte da degradação da matéria orgânica ocorreu nessas caixas, em média, 88,48%. Essa redução já seria suficiente para atender a legislação. Pode-se concluir que as caixas de gordura trabalharam como reatores anaeróbios com TDH de 12 horas.

A remoção média total de DQO pelo sistema foi de 99,77%, desde a entrada até a saída do resíduo tratado após o segundo leito cultivado, e de 99,56% com o tratamento de três dias de detenção hidráulica, no primeiro leito cultivado.

Os resultados obtidos neste estudo apresentam-se bem acima dos resultados obtidos por (CAMPOS et al., 2004). Em estudo realizado com reator UASB, em escala laboratorial, para tratamento de substrato similar aos efluentes de laticínios, quando descartado o soro, os pesquisadores conseguiram eficiência de 24,0% na remoção de DQO, com 12 horas de detenção hidráulica, mesmo TDH utilizado neste experimento.

No entanto, para tratamentos utilizando tempos de detenção hidráulicos mais elevados, em reatores anaeróbios, vários estudos indicam melhor remoção de DQO, como, por exemplo, em estudo realizado por (Najafpour et al., 2008), que, operando um reator UASFF, atingiu no TDH de 48h a taxa de remoção de DQO de 97,5%.

## Conclusão

Pode-se concluir que os resultados encontrados neste estudo indicam que o sistema composto por Caixas de Gordura, Reator Anaeróbio Compartimentado e Leito Cultivado de fluxo subsuperficial cultivado com *Typha sp.* foi eficiente no tratamento de resíduos líquidos de laticínios, em relação à remoção de matéria orgânica, atendendo às condições exigidas pela legislação para lançamento em curso d'água. Observou-se, ainda, que não houve diferença estatística significativa na remoção de DBO e DQO entre os tratamentos utilizando três e cinco dias de detenção hidráulica nos leitos cultivados. Os valores, muito próximos, sugerem que três dias de detenção hidráulica no leito cultivado é suficiente para remoção da matéria orgânica. Desta maneira, o sistema estudado pode ser recomendado para o tratamento de resíduos líquidos das indústrias desta natureza.

## Treatment of dairy waste using grease box and anaerobic baffled reactor followed by constructed wetland

### Abstract

This paper aimed at evaluating the performance and the efficiency of a treatment system on dairy wastewater that consisted in removing the organic load from a dairy industry. This was done by using a compost system of grease boxes, an anaerobic baffled reactor and a constructed wetland of subsurface flow cultivated with *Typha sp.* having gravel 1 as the support means and under different timings of hydraulic detention (3 and 5 days) in the wetlands. In the treatment performed using the detention time of 3 days the average removal of BOD and COD, was 98,87% and 99,77% respectively; whereas in the treatment that was performed in 5 days as the hydraulic detention time the average removal of BOD was 99,51% and of COD was 99,56%. The results show that the system was efficient in the treatment of dairy wastewater.

**Keywords:** Wetlands. Anaerobic baffled reactor. Dairy wastewater.

### Referências

- BRAILE, P. M. E., CAVALCANTE, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** CETESB. São Paulo, p.139-154.1993.
- BRIÃO, V. B. **Estudo de prevenção à poluição em uma indústria de laticínios.** Maringá, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.
- BRIÃO, V. B., GRANHEN TAVARES, C. R. Geração de efluentes na indústria de laticínios: atitudes preventivas e oportunidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Campo Grande/MS. **Anais...** Campo Grande, 2005.
- CAMPOS, C. M. M.; LUIZ, F. A. R.; BOTELHO, C. G.; DAMASCENO, L. H. S. Avaliação da eficiência do reator UASB tratando efluente de laticínio sob diferentes cargas orgânicas. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.28, n.6, p.1376-1384, nov./dez., 2004. Disponível em: [www.editora.ufla.br/revista/28\\_6/art21.pdf](http://www.editora.ufla.br/revista/28_6/art21.pdf). Acesso em: 23 jun. 2007.

FARNET, A. M.; PRUDENT, P.; ZIARELLI, F.; DOMEIZEL, M.; GROS, R. Solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR to assess organic matter transformation in a subsurface wetland under cheese-dairy farm effluents. **Biore-source Technology**, New York, v. 100, n. 20, p.4899-4902, out. 2009. Disponível em: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V24-4WD6XST-3&\\_user=10&\\_coverDate=10%2F31%2F2009&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1347594074&\\_rerunOrigin=google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=4521b49fa2b4c7245421158e638d175e](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V24-4WD6XST-3&_user=10&_coverDate=10%2F31%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1347594074&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=4521b49fa2b4c7245421158e638d175e). Acesso em: 27 mar. 2010.

INDI, A Indústria de Laticínios Brasileira e Mineira e Números, 2002. Disponível em: <http://www.indi.mg.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2007.

KIRSH, F. W.; LOOBY, G. P. **Waste minimization assessment for a dairy**. Washington: U.S. Environment Protect Agency, 1999. Disponível em: <http://www.es.epa.gov/techinfo/reserch/reduce/rrel420.html>. Acesso em: 15 fev. 2010.

MACHADO, E. L.; KIST, L. T.; KICH, R. O. M.; SCHNEIDER, L. Gestão Tecnológica Ambiental de uma Indústria de Laticínios: ênfase em efluentes. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA-SANITARIA Y AMBIENTAL. 2006, Punta del Este.

MACHADO, R. M. G.; MOREIRA, R.; SILVA, P.C.; CASSEB, M.M.S.; PRINCE, A.A.; FREIRE, V.H. Sistemas de tratamento utilizados para efluentes líquidos de laticínios 1999. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; AIDIS. Desafios para o saneamento ambiental no terceiro milênio. Rio de Janeiro, ABES, 1999. p.1-12, Tab. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxis-lind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA>. Acesso em: 15 fev. 2010.

MENDES, A. A.; CASTRO, H. F. Biotratamento para redução de teor de lipídeos em efluentes das indústrias de produtos lácteos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FERMENTAÇÕES - SINAFERM, 14, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2003.

MENDES, A. A.; PEREIRA, E. B.; CASTRO, H. F. de. Biodegradação de águas Residuárias de Laticínios previamente tratadas por lipases. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 2, p.143-149, 2006.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N°1**. de 05 de maio de 2008.

NAIME, R.; GARCIA, A. C. Utilização de enraizadas no tratamento de efluentes. **Estudos tecnológicos**. v. 1, n° 2, p. 9-20, (jul/dez. 2005) ISSN 1808-7310. Disponível em: <http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/42.pdf>. Acesso em: 21 de junho de 2007.

NAJAFPOUR, G. D.; HASHEMIYEH, B.; ASADI, M. Biological Treatment of Dairy wastewater in an Upflow anaerobic Sludge-Fixed Film Bioreactor. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, Iran, v. 2, n. 4, p.251-257, 2008.

PEIRANO, M. M. F. Tratamento de efluentes em laticínios. **Revista Leite e Derivados**, São Paulo, n. 21, p. 49-57, 1995.

PEREIRA, V. S.; JARDIM, A. C. S.; SANTOS, A.C. A incorporação da variável ambiental nas agroindústrias exportadoras de derivados lácteos de Minas Gerais. **Contextus Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p.103-112, 2009.

SEBRAE-MG. **Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1998. v.1.

SEZERINO, P. H.; PHILIPPI, L. S. Tratamento de esgotos usando filtros plantados com macrófitas. **Saneamento Ambiental**, n. 95, maio/junho de 2006, p. 40-45.

OMIL, F.; GARRIDO, J. M.; ARROJO, B.; MÉNDEZ, R. Anaerobic filter reactor performance for the treatment of complex dairy wastewater at industrial scale. **Water Research**, v.37, n.17, p. 4099-4108, 2003.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUEREDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle Ambiental em Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios**. Belo Horizonte-MG: Projeto Minas Ambiente, 2002. 224 P.

MOINHOS, R. Copam tenta enquadrar laticínios mineiros. **Diário do Comércio**, Belo Horizonte, 2008.

VOURCH, M.; BALANNEC, B.; CHAUFER, B.; DORANGE, G. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. **Desalination**, v 219. p.190–202, 2008.

## **Histórico editorial**

Submetido em: 09/09/2013

Aceito em: 30/10/2014