



¹ Alunos do Curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão (EFVSA), Propriedade Terra Preta, S/N, Vitória de Santo Antão

² Professora Doutora, EAFVSA, renancarlos_eaf@hotmail.com, Fone: (81) 3523-1130

RESUMO: Este trabalho apresenta um levantamento das principais tecnologias que estão sendo adotadas para o tratamento de efluentes da indústria de laticínios em Minas Gerais e em diversos estados brasileiros. Devido ao grande conteúdo de matéria orgânica presente nos efluentes das indústrias de laticínios, vários processos biológicos podem ser utilizados em seu tratamento. O sistema de lodos ativados tem sido o mais efetivo na remoção de DBO e DQO, apresentando geralmente uma operação mais confiável. Já os reatores anaeróbios de alta taxa como filtro anaeróbio, UASB e reator de contato, embora apresentem vantagens econômicas, não têm conseguido atingir os padrões de lançamento da legislação ambiental, sendo necessário uma etapa complementar de tratamento. Na literatura destacam-se a utilização de reatores híbridos (UASB-filtro anaeróbio) e sistemas associando processos aeróbios e anaeróbios.

Palavras-chave: água residuária, leite, reatores.

TREATMENT SYSTEMS USED FOR EFFLUENTS THE INDUSTRIES OF DAIRY PRODUCTS

ABSTRACT: This work presents a rising of the main technologies that you/they are being adopted for the treatment of effluents of the industry of dairy products in Minas Gerais and in several Brazilian states. Due to the great content of present organic matter in the effluents of the industries of dairy products, several biological processes can be used in your treatment. The system of activated muds has been it more cash in the removal of DBO and DQO, usually presenting a more reliable operation. The reactors discharge with air already rate as filter without air, UASB and contact reactor, although they present economical advantages, they have not been getting to reach the patterns of release of the environmental legislation, being necessary a complementary stage of treatment. In the literature they stand out the use of hybrid reactors (UASB-filter without air) and systems associating processes with air and without air.

Key-words: wastewater, milk, reactors.

INTRODUÇÃO

A cadeia agroindustrial de leite no Brasil é uma das mais importantes tanto sob a ótica econômica quanto pela social. O segmento da indústria nacional é amplo e diversificado; estão

presentes empresas de laticínios de vários portes, desde pequenas fabriquetas captando reduzido volume de leite até as multinacionais e cooperativas centrais, que processam centenas de milhares de litros por dia. Minas Gerais é historicamente o estado que mais produz leite no país, seguido de São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás e Paraná. Segundo o SEBRAE (1997), são 1253 indústrias que atuam formalmente no setor de laticínios em Minas Gerais, sendo que 90% desses laticínios são de pequeno e médio porte, dados do Silemg, diz que as indústrias mineiras são responsáveis pela produção de vários produtos lácteos, dentre os quais se destacam: leite condensado, com 59% da produção brasileira; leite em pó, com 53,8%; doce de leite, com 51,8%; manteiga, com 51%; queijo com aproximadamente 42% da produção nacional. Mesmo sendo o Estado com maior número de laticínios, Minas Gerais ainda envia leite in natura para outras unidades da Federação (Silemg, 2004).

Nos dias de hoje, com a crescente preocupação ambiental e conscientização da população em relação à importância da prevenção da poluição, as autoridades vêm se mobilizando no sentido de elaborar medidas efetivas para minimizar a poluição.

Nesse trabalho, objetivou-se apresentar os principais sistemas de tratamento utilizados no país, bem como, uma caracterização quantitativa e qualitativa dos principais resíduos gerados na indústria de laticínios e sua destinação final.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consistiu de um levantamento e análise de informações bibliográficas, objetivando o conhecimento do atual estágio de controle ambiental dos efluentes líquidos gerados no processo industrial de laticínios. O trabalho incluiu a apresentação de tecnologias empregadas em outras regiões do país.

O levantamento de informações foi feito nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico; levantamento de informações junto a instituições de pesquisa, universidades, bibliotecas, órgãos de meio ambiente estadual através de e-mail.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento preliminar e primário

As unidades preliminares de tratamento geralmente encontradas nas estações de tratamento de efluentes de indústrias de laticínios são as grades simples, para retirada de sólidos grosseiros (como embalagens plásticas e finos de queijo), e desarenadores para remoção da areia proveniente das operações de lavagem de piso, latões e caminhões graneleiros que fazem a entrega do leite na plataforma de recepção.

Para retirada de gorduras em estado livre, são empregadas caixas de gordura comuns que permitem a sua separação e retirada manual ou por meio de raspadores na superfície. Para melhor desempenho das caixas de gordura, as seguintes condições devem ser evitadas: temperatura na entrada da caixa acima de 35°C, pH acima de 8,5 onde ocorre a saponificação ou emulsificação e excesso de detergentes que prejudicam a eficiência de separação pela formação de gotículas de menor tamanho. Os flutadores foram encontrados em sistemas de tratamento com processos anaeróbios, como UASB e reator de contato.

Tratamento secundário

Os sistemas de tratamento envolvendo processos biológicos são muito utilizados para tratamento de efluentes de indústrias de laticínios, em virtude da grande quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável presente em sua composição.

Nos itens seguintes, serão apresentados os sistemas de tratamento encontrados nos levantamentos efetuados, sendo divididos em: aeróbios, anaeróbios e lagoas de estabilização.

Sistema aeróbio

A partir do levantamento efetuado, foi constatado que, na prática, o sistema aeróbio mais aplicado é o de lodos ativados. A utilização de filtros biológicos foi detectada somente na literatura e as lagoas aeradas e facultativas serão apresentadas em um item separado.

Plantas de tratamento em um único estágio utilizam tipicamente cargas máximas de DBO_5 de $0,12 \text{ kg m}^{-3}$. Os filtros convencionais de alta taxa operam com cargas de DBO_5 entre $0,6\text{-}0,9 \text{ kg m}^{-3}$, com meio suporte com diâmetro de 75-100 mm e distribuidores com baixa rotação, fornecendo altas taxas de efluente usadas para controlar o crescimento do biofilme. Sistemas com duas unidades de filtração operando de forma alternada têm utilizado cargas de DBO_5 de $0,3 \text{ kg m}^{-3}$ e cargas volumétricas de $1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}$, sendo a DBO_5 afluente diluída para 200-300 mg L^{-1} por meio de recirculação. Filtros de alta taxa, usando meio plástico, operam com cargas de DBO_5 de 3 kg m^{-3} .

Geralmente, as eficiências de remoção de DBO_5 e DQO para efluentes de indústrias de laticínios e postos de resfriamento têm-se mantido, na maioria dos casos, acima de 90%. b) Sistema anaeróbio

Inicialmente, o tratamento anaeróbio foi utilizado para os resíduos líquidos de pequenas indústrias e postos de resfriamento. Atualmente, além dos sistemas convencionais, como fossa séptica, sistemas de alta taxa, como reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), filtro anaeróbio e reator de contato, também são empregados.

O filtro anaeróbio tem sido o principal reator empregado, sendo projetado com tempos de detenção variando entre 13 e 72 h, sem reciclo e com altura do meio suporte (brita) de 1,00 m. Nas empresas visitadas, não foram relatados problemas de colmatação do meio suporte e a operação foi considerada bastante simples.

Lagoas de estabilização

No tratamento de efluentes de indústrias de laticínios, o processo de lagoas de estabilização tem sido utilizado para tratar o efluente bruto e também para promover o polimento de efluentes de sistemas de lodos ativados ou filtros biológicos.

Constatou-se que as lagoas aeradas têm sido projetadas com profundidade de 2,5 e 3,0 m e normalmente operam com TDH entre 3 a 6 dias. As lagoas facultativas têm sido projetadas com tempos de detenção variando entre 10 e 105 dias e com profundidades de 1,5 e 2,5 m. As taxas de aplicação superficial estão entre 10 e 250 $\text{kg DBO}_5 \text{ ha}^{-1}$.

Os principais problemas operacionais detectados no processo de lagoas de estabilização são: controle de odores, proliferação de insetos, crescimento de vegetais, elevadas concentrações de algas e variação de desempenho entre as estações do ano.

Disposição no solo

Os efluentes das indústrias de laticínios possuem íons passíveis de serem adicionados ao solo, porém sua disposição é uma alternativa que merece cuidadosa consideração, e para se obter um bom resultado, devem ser observados o tipo de solo, as taxas mais apropriadas de aplicação e o pré-tratamento mais adequado. Na tabela 2 estão mostrados alguns sistemas de irrigação para aplicação do efluente de laticínios no solo.

Tabela 1. Sistemas de tratamento por lagoas de estabilização utilizada em laticínios em diversos estados do País

Tipo de unidade	Estado	Capacidade de recepção (L leite. d)	Sistemas de tratamento	Características operacionais
Escola de queijaria	RJ	2.500	Lagoa anaeróbia Lagoa aerada 1	TDH = 45 d TDH = 4 d e h útil = 2,5 m
Bebidas lácteas			Lagoa facultativa Lagoa aguapés	TDH = 20 d, h útil = 2,5 m e TA = 119 kg DBO/ha.d TDH = 7 d, h útil = 1,2 m e TA = 107 kg DBO/ha.d
Iogurte, queijo, requeijão e fermento	MG	40.000	Lagoa facultativa Lagoa facultativa Lagoa maturação	TDH = 18 d, h útil = 1,5 m e TA = 150 kg DBO/ha.d TDH = 23 d, h útil = 1,5 m e TA = 10 kg DBO/ha.d TDH = 10 d e h útil = 1,5 m
U.I. – Leite pasteurizado,			Lagoa anaeróbia Lagoa maturação	TDH = 5 d, h útil = 3 m e TA = 1662 kg DBO/ha.d TDH = 10 d e h útil = 1,5 m
U.I. – Doce, manteiga e leite em pó	MG	260.000	Lagoas Facultativas 1, 2 e 3	TDH = 105 d, h útil = 1,5 m e TA = 155 kg DBO/ha.d
U.I. – Leite em pó, longa vida e soro em pó	GO	200.000	Lagoa facultativa	-
Posto de resfriamento	RS	20.000	Lagoa facultativa Lagoa facultativa Lagoa com aguapé	h útil = 1,5 m h útil = 3 m h útil = 3 m
U.I. – leite pasteurizado, longa vida, iogurte, doce de Leite, creme de leite e queijo	RS	150.000	Lagoa anaeróbia Lagoa facultativa	TDH = 3 d e TA = 3 kg DBO/ha.d TDH = 10 d, h útil = 1,5 m e TA = 10 kg DBO/ha.d

Nota: U.I. = unidade industrial, TDH = tempo de detenção hidráulica, TA = taxa de aplicação, e h = profundidade total e h útil = profundidade útil

Pesquisas efetuadas na literatura

Na literatura, foram encontradas muitas pesquisas com efluentes de laticínios, em escala de bancada, piloto e acompanhamento de unidades em escala real. Sistemas anaeróbios utilizando reatores híbridos (UASB – filtro anaeróbio) foram estudados, em escala de laboratório, por Strydom (1997).

Tabela 2. sistemas de tratamento de disposição no solo utilizados em laticínios em diversos estados do País

Tipo de unidade	Estado	Capacidade de recepção (L leite. d)	Sistemas de tratamento	Características operacionais
U.I. Leite pasteurizado, creme e leite longa vida	SP	500.000	Irrigação por aspersão	Frequência de aplicação: 24 h
U.I. Leite pasteurizado, longa vida e polpa de fruta	RS	150.000	Irrigação por alagamento	Módulo 1: (20x70) m ² Módulo 2: (20x70) m ²
U.I. Leite pasteurizado, longa vida, queijo, doce de leite, requeijão, bebida láctea e creme	RS	70.000	Irrigação por alagamento	Módulo 1: (15x50) m ² Módulo 2: (24x40) m ²

Nota: U.I. = unidade industrial

Sistemas combinados aparecem como uma tendência interessante, já que somente o processo anaeróbio, normalmente, não é suficiente para atender aos padrões de lançamento da legislação. Foram encontradas pesquisas empregando reatores de contato, UASB e de leito fixo, seguidos de lagoas aeradas (Monroy, 1995).

CONCLUSÕES

Grades simples e desarenadores são as principais unidades de tratamento preliminares utilizadas nas estações de tratamento;

A retirada de gordura é feita em caixas de gordura comuns para sistemas aeróbios e anaeróbios. Contudo, para uma operação mais estável de reatores anaeróbios, principalmente o reator de contato e UASB, a presença de um flotador é considerada de grande importância;

Observou-se que a maioria das indústrias de laticínios que possuem estações de tratamento de efluentes é de grande porte. Por outro lado, as pequenas indústrias que possuem algum tipo de tratamento, normalmente adotam sistemas mais simplificados, o que na maioria das vezes não atendem aos padrões de legislação;

Os sistemas de lodos ativados são amplamente utilizados, enquanto os reatores anaeróbios que podem ser uma boa opção para os pequenos e médios laticínios necessitam de mais estudos e de uma etapa complementar para atender aos padrões de legislação ambiental..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HEMMINGS, M.L. The treatment of dairy wastes. Dairy Inds. Int. v. 45, n. 11, p. 23-28, 1980 apud MARSHALL, K. R. e HARPER, W. J. The treatment of wastes from the dairy industry. In: BARNES, D. et al. Food and allied industries. London: The Pitman Press, Bath, 1984. v. 1, cap.5, p. 296-376. (Surveys in industrial wastewater treatment).
- MONROY. A. Anaerobic-aerobic treatment of cheese wastewater with national technology in Mexico: the case of "El Sauz". Water Science and Technology, v. 32, n. 12, p. 149-156, 1995.
- PRINCE, A. A.; CASSEB, M. M. S.; MACHADO, R. M. G.; SILVA, P. C.; FREIRE, V. H. Controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais – uma pesquisa aplicada. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999, Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 386-393.
- SEBRAE / MG. Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1997. 102p.
- STRYDOM, J.P. Two-phase anaerobic digestion of three different dairy effluents using a hybrid bioreactor. Water Science and Technology, v. 23, n. 2, p. 151-155, 1997