

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UM LATICÍNIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Ana Luisa Sales Pereira

Graduanda em Eng. Ambiental e Sanitária pelo CEFET/MG. e-mail: analuisa.salesep@hotmail.com

Gisele Vidal Vimieiro

Eng. Civil pela UFMG, Especialista em Educação Ambiental pelo SENAC Minas, Mestre e Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG, Professora do CEFET/MG. e-mail: giselevv@yahoo.com.br

Felipe Vigato Prado

Biólogo pela UFV, Mestre em Ecologia pela UFV, Bolsista BGCT/FAPEMIG na FEAM. e-mail: felipevigatoprado@gmail.com

RESUMO

Os laticínios ocupam significativo espaço no cenário econômico do Brasil, mas apesar da sua importância essa atividade ocasiona significativos impactos ao meio ambiente, dentre eles a poluição das águas pelo lançamento de efluentes líquidos. Em virtude da elevada carga orgânica desses efluentes, é fundamental que eles sejam tratados e seus efeitos negativos minimizados. Para isso, é essencial que as Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) que recebem esses efluentes operem de forma adequada. Assim, esse trabalho objetivou avaliar o desempenho da ETE de um laticínio do estado de Minas Gerais. Para esse fim, consultou-se os dados contidos nos processos de licença ambiental do laticínio escolhido, dentre eles os relatórios de automonitoramento da estação durante o ano de 2015; aplicou-se um questionário à empresa e realizou-se uma visita técnica ao empreendimento, de forma a subsidiar as análises. Os resultados obtidos indicaram que o sistema de tratamento adotado (lodos ativados) está sendo eficiente para atender os limites de lançamento de efluentes estabelecidos nas legislações vigentes. Apesar de o sistema ter sido projetado para ser de aeração prolongada (lodo digerido no próprio tanque de aeração), atualmente vem funcionando como lodos ativados convencional, sendo sugerida então, a instalação da unidade de biodigestão do lodo.

PALAVRAS-CHAVE: ETE, lodos ativados, laticínios

INTRODUÇÃO

A cadeia agroindustrial do leite no Brasil possui grande importância econômica e social. Através dessa atividade, são gerados emprego e renda para uma parte significativa da população, sendo uma receita importante para milhares de produtores familiares (MACHADO *et al.*, 2002; ALMEIDA, 2001). Apesar do destaque da atividade, diversos processos dessa indústria contribuem para a geração de efluentes líquidos. Assim, é de fundamental importância que o controle realizado sobre o destino dos efluentes líquidos de laticínios seja eficiente, para que seja garantido o menor impacto possível ao meio ambiente.

A elevada carga orgânica é uma característica comum desses efluentes. Devido a isso, ao serem lançados nos corpos d'água sem o tratamento adequado, reduzem a disponibilidade do oxigênio dissolvido, podendo causar danos significativos ao ecossistema aquático (VILLA *et al.*, 2007).

Como a maioria das indústrias de laticínios de Minas Gerais é de pequeno porte e trabalha quase que estritamente de forma artesanal, e por vezes, diante dos inúmeros problemas que pequenas empresas enfrentam no Brasil para se manterem, o controle dos impactos ambientais acaba não sendo uma questão prioritária (MACHADO *et al.*, 2000). Diante disso, é essencial que sejam mantidos em bom funcionamento os mecanismos adotados para reduzir a poluição, eliminando assim custos desnecessários gerados pela operação e manutenção inadequadas.

Um desses mecanismos de redução da poluição são as ETEs. No tratamento de efluentes de laticínios, os sistemas de lodos ativados são de grande aceitação e tradição (MACHADO *et al.*, 2002). A ampla utilização desse sistema está associada, principalmente, à sua elevada eficiência. Por outro lado, exige um substancial investimento de capital, com altos custos de implantação, operação e manutenção (von SPERLING, 2014). Ainda segundo von Sperling (2014), existem diversas variantes no sistema de lodos ativados e a escolha dependerá do grau de tratamento desejado. As principais classificações desse sistema são de acordo com a idade do lodo (lodos ativados convencionais ou lodos ativados com aeração prolongada) e com o fluxo (fluxo contínuo ou fluxo intermitente).

OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em um laticínio de grande porte e médio potencial poluidor, localizado no estado de Minas Gerais, e também propor medidas de melhoria para o que se mostrar necessário.

METODOLOGIA

Para realização do estudo, foi escolhido um laticínio localizado no colar metropolitano de Belo Horizonte/MG. A escolha foi realizada através de levantamento feito no SIAM (Sistema Integrado de Informação Ambiental), um sistema online do Governo de Minas Gerais, ligado ao SISEMA (Sistema Estadual de Meio Ambiente). Alguns critérios foram estabelecidos para a escolha desse laticínio: o empreendimento selecionado deveria ser classificado, segundo a Deliberação Normativa (DN) n.º 74, de 09 de setembro de 2004, com o código D-01-06-6 e atividade “Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios”, além disso, deveria apresentar um programa de automonitoramento de efluentes líquidos industriais, definido em condicionantes de suas licenças ambientais. A proximidade do empreendimento com a cidade da autora também foi levada em consideração, de forma a viabilizar o trabalho.

A partir dos dados contidos nos processos de licença ambiental do laticínio escolhido (dentre eles os relatórios de automonitoramento) e através da resposta desse laticínio a um questionário elaborado pelos autores, caracterizou-se o empreendimento e efetuou-se a avaliação de sua ETE. Foi também realizada uma visita técnica ao empreendimento, de forma a subsidiar as análises.

Para avaliação da qualidade do efluente, foram seguidos os valores padrões para lançamento de efluentes segundo a DN COPAM/CERH n.º 1/2008, atualmente em vigência no estado de Minas Gerais. Os valores utilizados para essa avaliação estavam presentes nos relatórios de automonitoramento da ETE referentes aos meses de Janeiro a Dezembro de 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização do empreendimento

A empresa está situada em um município que faz parte do chamado Colar Metropolitano de Belo Horizonte/MG. A fábrica está localizada na zona urbana, em uma região que, devido ao crescimento populacional, se tornou densamente povoada. Assim, o entorno da empresa é caracterizado pela presença de muitas residências e comércios.

O empreendimento, atualmente, se enquadra como classe 5, indicando ser uma empresa de grande porte e médio potencial poluidor. A capacidade instalada de recepção de leite é de 1.600.000 L/dia, mas atualmente o volume de recepção está entre 900.000 L/dia a 1.000.000 L/dia, ou seja, a empresa tem operado com 56% a 63% da capacidade instalada.

Entre os produtos fabricados pela empresa tem-se o leite em pó - sendo esse o de maior participação percentual - o leite condensado, o doce de leite e o creme de leite. De forma geral, as etapas do processo produtivo dessa empresa consistem em: recepção, beneficiamento, produção e envase. Ressalta-se que, as etapas de produção em si irão variar de acordo com o produto que se deseja obter.

Em virtude de não haver produção de queijo nessa empresa, não há também a geração do soro, subproduto que possui carga orgânica ainda mais elevada que a dos demais efluentes dessa indústria, não devendo também ser misturado a eles, de forma a não comprometer a eficiência do tratamento (MACHADO *et al.*, 2002). É interessante destacar também que o laticínio em questão não tem o leite como um de seus produtos finais.

Os efluentes da empresa são gerados em diversos pontos. A Tabela 1 mostra as variadas origens, tanto dos efluentes industriais quanto sanitários, bem como o percentual que cada ponto representou do total de efluentes gerados em determinado mês.

Tabela 1. Origem dos efluentes na empresa e a contribuição percentual de cada ponto de geração em determinado mês

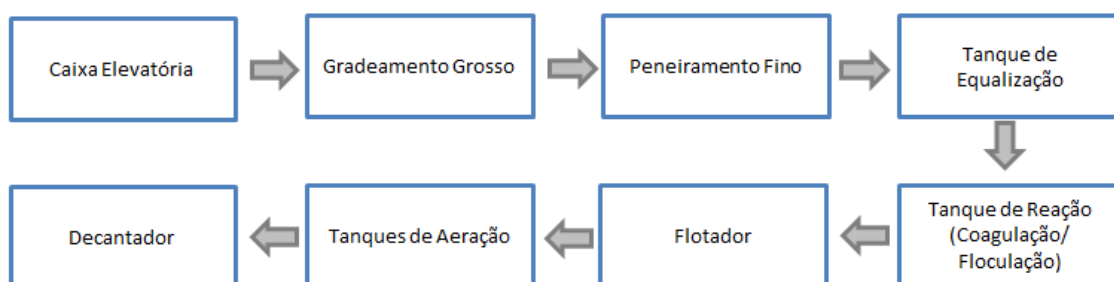
DESPEJO	ORIGEM	PERCENTUAL
Efluente industrial	Processo industrial	37,7%
	Lavagem de pisos e equipamentos	34,9%
	Resfriamento de refrigeração	3,8%
	Produção de vapor	7,9%
	Efluente proveniente das águas de condensação dos concentradores, extravasamento dos tanques de retorno de condensação das caldeiras, água de selagem das bombas, purgas da linha de vapor e extravasamento das águas de resfriamento dos compressores	15,7%
	<i>Total</i>	<i>100%</i>
Esgoto sanitário	Refeitório	19,7%
	Vestiário	55,1%
	Lavanderia	25,2%
	<i>Total</i>	<i>100%</i>
Relação efluente sanitário/industrial	1/31	

Fonte: RADA elaborado pela empresa em estudo (2009)

Como exposto, na empresa tem-se a geração de efluentes sanitários e industriais, sendo que o tratamento desses efluentes ocorre no mesmo sistema. Assim, a vazão média total de efluentes gerados e enviados para tratamento é de 1.900 m³/dia. Cabe ressaltar que ocorrem picos de vazão em momentos de limpeza geral - CIP (*Clean In Place*) em circuito fechado, que consiste em uma limpeza interna de uma peça ou equipamento sem realocação ou desmontagem, normalmente feita por ácidos, cáusticos, ou uma combinação de ambos, com enxágue final feito com água da mesma qualidade que a utilizada para produção, tendo assim um significativo aumento na geração de efluente. Já nos horários em que a produção é mais baixa, tem-se um decréscimo dessa vazão. A produção do laticínio funciona 24 horas por dia, assim como a sua ETE.

O sistema de tratamento adotado é físico-químico e biológico. A escolha desse tipo de tratamento foi feita devido às características do efluente, rico em matéria orgânica biodegradável. O sistema inicialmente adotado começou a operar em maio de 1999, sendo ele essencialmente físico e biológico. Entretanto, em virtude de diversas reclamações de emanção de odor pelos moradores no entorno da ETE, foi necessário modificá-lo, implantando em maio de 2008 as etapas físico-químicas de coagulação, floculação e flotação por ar dissolvido. A Figura 1 mostra as unidades que atualmente compõem o sistema da ETE.

Figura 1. Fluxograma das unidades que compõem a ETE da empresa



Fonte: Próprios autores

A Figura 2 ilustra alguns desses componentes da ETE da empresa em estudo.

Figura 2. A. Peneiramento Fino - B. Flotador - C. Tanques de aeração - D. Decantador



Fonte: Fornecido pela empresa

O tempo de detenção hidráulica do sistema é de 6 horas e 30 minutos. A respeito da vazão de projeto, inicialmente, a ETE foi projetada para receber uma vazão média diária igual a 1.800 m³/dia e para o cálculo dessa vazão foi usada a capacidade de aplicação de leite (1.200.000 L/dia) e a relação entre efluente gerado e litro de leite aplicado igual a 1,5. Entretanto, houve um projeto de readequação da ETE em 2008 em que foi possível aumentar a vazão de projeto para 125 m³/h, ou seja, 3.000 m³/dia.

Como visto, o sistema biológico adotado é o de lodos ativados (tanques de aeração e decantador secundário), com fluxo contínuo. O motivo da escolha desse tipo de tratamento foi devido a pouca disponibilidade de área para implantação da ETE. O sistema tem operado atualmente com TDH característico do sistema de lodos ativados convencional, entretanto no memorial descritivo consta que ele foi projetado para funcionar com aeração prolongada.

No sistema de tratamento de efluentes da empresa, é gerado o lodo chamado biológico no decantador secundário e tem-se também o lodo físico-químico, com origem no flotador. O lodo biológico precisa inicialmente ser adensado e posteriormente enviado para uma centrífuga (etapa de desidratação), já o físico-químico é diretamente encaminhado para uma segunda centrífuga. Cabe ressaltar que o uso da centrífuga para desaguamento do lodo, apesar de apresentar um maior custo de implantação e maior complexidade operacional do que, por exemplo, os leitos de secagem, ocupa uma menor área e emana menos odores, sendo adequado para o caso da empresa em questão, que se localiza em uma área urbana e possui pouca área disponível para realização do tratamento (von SPERLING, 2014). Após centrifugados, tanto o lodo biológico como o físico-químico são enviados para a reciclagem biológica, sendo utilizados como adubo nas áreas de pastagens numa das granjas da própria empresa pelo processo de *landfarming*.

O custo de operação do sistema da ETE, incluindo nesse caso custos de manutenção, de análises físico-químicas, de pessoal, de energia, dentre outros, é de R\$ 87.500,00, sendo que esse valor representa menos do que 5% do custo total da empresa.

Após o tratamento, o efluente é lançado em um córrego do município, sendo esse considerado Classe 2, conforme classificação definida na Resolução CONAMA n° 357/2005. No córrego em questão, são lançados também os efluentes industriais de diversos outros empreendimentos, tanto a montante quanto a jusante do lançamento do laticínio estudado, sendo esse um curso d'água que sofre com alto grau de poluição, em virtude do acúmulo de poluentes que recebe. Segundo dados do SNIS (2014), o percentual de tratamento de esgotos no município era apenas aproximadamente 13%, e isso também contribuiu significativamente para a deterioração da qualidade das águas no córrego em questão, visto que ele recebe parte desses efluentes domésticos.

Análise da eficiência da ETE

A empresa apresentou, no ano de 2015, relatórios mensais de automonitoramento da ETE, sendo seus pontos de amostragem na entrada e saída da estação. Os parâmetros monitorados foram: cloreto (mg/L); DBO (mg/L); DQO (mg/L); fósforo total (mg/L); nitrogênio amoniacal total (mg/L); óleos e graxas (mg/L); sólidos em suspensão (mg/L); sólidos sedimentáveis (mL/L); surfactantes (mg/L); turbidez (UNT); pH; temperatura (°C).

Cabe ressaltar que todos os parâmetros analisados, bem como a frequência das análises, estavam de acordo com o que foi determinado na condicionante de efluentes líquidos presente no programa de automonitoramento definido na emissão da licença ambiental da empresa.

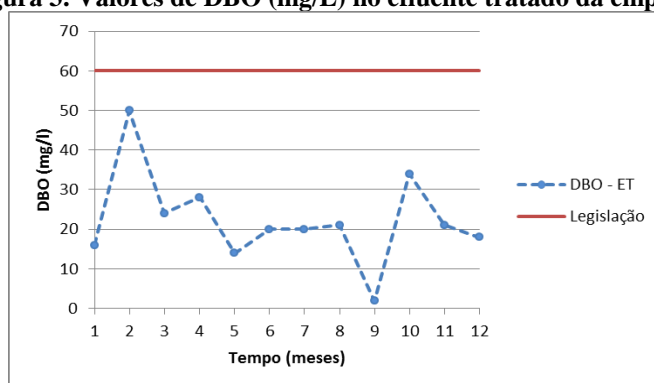
Além disso, o laboratório que realizou as análises se encontra devidamente acreditado junto a Rede Metrológica de Minas Gerais - RMMG para todos os parâmetros por ele analisados, conforme determina a DN COPAM nº 167/2011. Entre os parâmetros monitorados apenas pH e temperatura foram mensurados *in loco* pelo próprio empreendedor.

Os principais resultados contidos nos laudos das análises que subsidiam a avaliação da eficiência do sistema são mostrados nas Figuras 3 a 5.

Os valores de DBO no efluente bruto variaram de 435 mg/L em março/2015 a 4090 mg/L em setembro/2015. Já os valores de DBO na saída do sistema variaram de abaixo do limite quantificável (< 2 mg/L) em setembro/2015 a 50 mg/L em fevereiro/2015, e são mostrados na Figura 3.

O limite de DBO para lançamento de efluentes estabelecido na DN COPAM nº 01/2008 é 60 mg/L, sendo possível notar que, em todos os meses de 2015, o sistema de tratamento conseguiu diminuir a DBO do efluente de forma a atender a legislação.

Figura 3. Valores de DBO (mg/L) no efluente tratado da empresa

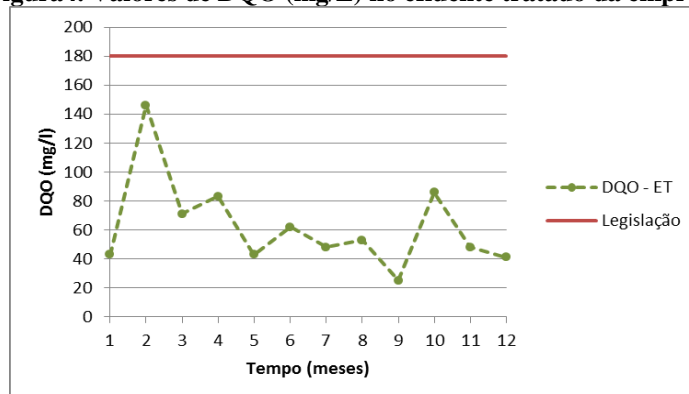


Fonte: Próprios autores

Já a respeito da DQO, a ETE também foi capaz de tratar o efluente para que atendesse os limites legais em 100% das análises, como pode ser visto na Figura 4. A DN COPAM nº 01/2008 determina um limite de 180 mg/L de DQO no efluente tratado. Os valores desse parâmetro no efluente bruto variaram de 941 mg/L a 8.629 mg/L. No efluente tratado o menor valor encontrado foi abaixo do limite quantificável (< 25 mg/L) e o máximo foi 146 mg/L.

A respeito da eficiência da ETE para remoção de DBO e DQO, pode-se dizer que durante o ano de 2015, a eficiência média foi de aproximadamente 98% para remoção de DBO e de 97% para DQO, superando, inclusive, os limites de eficiência de remoção definidos pela literatura para esses parâmetros, considerando o sistema de lodos ativados convencional.

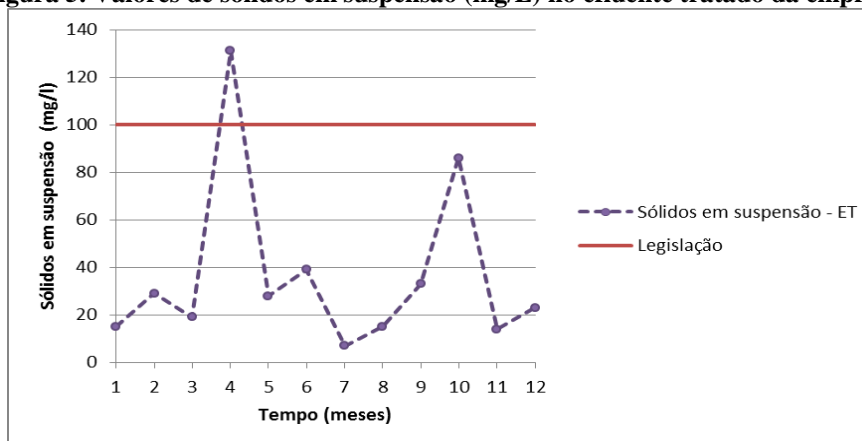
Figura4. Valores de DQO (mg/L) no efluente tratado da empresa



Fonte: Próprios autores

Um outro parâmetro importante para se avaliar a eficiência da ETE de laticínios são os sólidos suspensos, em virtude da gordura do leite que contribui significativamente na concentração desses sólidos. A Figura 5 mostra que, no caso da empresa em estudo, os valores de sólidos suspensos no efluente tratado ultrapassaram o limite permitido pela DN COPAM nº 01/2008 (180 mg/L) em apenas 1 relatório, o que representa o atendimento à legislação em 92% das vezes.

Figura 5. Valores de sólidos em suspensão (mg/L) no efluente tratado da empresa



Fonte: Próprios autores

Os demais parâmetros monitorados (nitrogênio amoniacal total, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, surfactantes, pH e temperatura) atenderam ao padrão de lançamento em 100% das análises. Já para os parâmetros cloreto, fósforo e turbidez, os quais não possuem limites definidos na DN COPAM nº 01/2008 ou Resolução CONAMA nº 430/2011, não foi possível verificar seu atendimento a legislação.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, concluiu-se que durante o ano de 2015 o sistema da ETE do laticínio em estudo operou de forma adequada, reduzindo a poluição ocasionada pelos efluentes líquidos gerados e atendendo à legislação vigente 99% das vezes. Assim, pode-se dizer que, nesse caso, o fato do sistema estar funcionando como lodos ativados convencional, tendo sido projetado para operar como lodos ativados de aeração prolongada, não causou significativos prejuízos ao seu desempenho.

Entretanto, como o sistema foi projetado para ser de aeração prolongada, não foi prevista a unidade de biodigestão no tratamento do lodo da ETE, pois, nesse caso, o lodo gerado é estabilizado no próprio reator. Já nos lodos ativados convencionais, o lodo deve passar por uma etapa posterior de digestão, ou do contrário pode emanar maus odores durante seu tratamento (von SPERLING, 2014). Portanto, sugere-se a princípio, a instalação de uma unidade de biodigestão do lodo no sistema, pois pode ser esse o motivo das reclamações constantes dos moradores da região a respeito do forte odor oriundo do sistema, contudo ressalta-se a necessidade de um estudo mais aprofundado a respeito.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F. L. de. Aspectos sociais da produção de leite no Brasil. In: MADALENA, F. E. *A cadeia do leite no Brasil*. 2001. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. Disponível em: <www.fernandomadalena.com/site_arquivos/909.pdf>. Acesso em: 05 set. 2015.
- MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. *Minas Ambiente – Controle Ambiental nas Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios*, Belo Horizonte, 2002, 223 p.
- MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C. Alternativas tecnológicas para o controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios. In: *Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27, 2000. Anais. Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/vi-025.pdf>> . Acesso em: 08 set. 2015
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. *Índice de tratamento de esgoto – ano 2014*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>> Acesso em: 16 mar. 2016.
- VILLA, R. D.; SILVA, M. R. A.; NOGUEIRA, R. F. P. *Potencial de aplicação do processo foto-fenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios*. Química Nova, vol. 30, no. 8, p.1799-1803, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000800002> Acesso em: 28 out. 2015