

## CONSUMO DE ÁGUA E GERAÇÃO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

### Water consumption and effluent generation in a small dairy industry

*Claudety Barbosa Saraiva<sup>1</sup>*  
*Regina Célia Santos Mendonça<sup>2</sup>*  
*Adbeel de Lima Santos<sup>3</sup>*  
*Daniel Arantes Pereira<sup>4</sup>*

#### SUMÁRIO

A indústria de laticínios constitui parcela importante da indústria alimentícia e sua contribuição em termos de poluição dos cursos de água é importante: portanto, é necessária e obrigatória a redução do volume de efluentes gerado por ela, bem como o tratamento prévio de seus despejos líquidos. Este trabalho teve como objetivo determinar o consumo de água e geração de efluentes em um laticínio de pequeno porte. Foi feito um monitoramento que visou observar principalmente: o processo de produção, os resíduos gerados, quantidade de água e efluentes gerados em cada linha de processamento. O coeficiente de consumo de água do laticínio é de 3,2 L.L<sup>-1</sup> de leite processado e o coeficiente de geração de efluentes de 3,5 L.L<sup>-1</sup> de leite processado. Concluiu-se que apesar da média do coeficiente do consumo de água da indústria estudada ser um valor bastante próximo aos encontrados em dados da literatura e de organismos públicos, pequenas mudanças de comportamento e conscientização podem reduzir este valor, a fim de diminuir gastos energéticos e volume de efluente gerado, sem prejudicar a higienização ao longo do processo.

**Palavras-chave:** consumo de água; efluentes; laticínios e meio ambiente.

#### 1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas, desde muito cedo, vêm provocando grandes impactos no meio ambiente. Pode-se dizer que, desde o início da Revolução Industrial, com a implantação de técnicas de produção e consumo de intensa degradação, foram provocados enormes impactos aos sistemas naturais e transformações dramáticas ao ambiente natural.

A crescente preocupação com a disponibilidade mundial da água vem exigindo de onforme CAMARGO (2002), o modelo econômico de desenvolvimento criado pelo homem acabou por modificar e aperfeiçoar, em vários aspectos, a relação do mesmo com o seu meio ambiente, acarretando em todos nós uma nova consciência em relação à utilização desse recurso. A água de boa qualidade encontrada na natureza é essencial para a vida no nosso planeta.

No entanto, esta riqueza tem se tornado cada vez mais escassa. Em apenas 25 anos (de 1970 a 1995) houve uma redução de 37% no

volume de água disponível no planeta e a restrição da quantidade e/ou da qualidade da água já afeta a sobrevivência de 1,4 bilhão de pessoas (ALMEIDA et al., 2002). O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água e talvez por conta deste fato não dê a devida atenção a este bem econômico. O desperdício e a poluição de nossas águas compõem um triste retrato que revela a urgente necessidade de campanhas de educação ambiental que modifiquem a forma como a sociedade tem tratado esta questão.

Dentre as atividades industriais, o setor de alimentos destaca-se por um maior consumo de água e uma maior geração de efluentes por unidade produzida, além de gerar um grande volume de lodo nas estações com tratamento biológico (RAMJEAWON, 2000).

A indústria de laticínios caracteriza-se por consumir grande quantidade de água para operações de processamento e limpeza, tendo por outro lado, a geração de vazões elevadas de efluentes (1,1 a

1 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pesquisadora e Professora do CEPE/ILCT/EPAMIG, claudety@epamig.br

2 Prof. Adjunto do Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV/Viçosa- MG.

3 Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios, Pesquisador e Professor do CEPE/ILCT/EPAMIG

4 Graduado em Zootecnia, Pesquisador e Professor do CEPE/ILCT/EPAMIG

6,8 m<sup>3</sup>. m<sup>-3</sup> leite processado) contendo nutrientes, poluentes orgânicos persistentes e agentes infectantes. Neste cenário, considera-se como atitude necessária à implementação de sistemas de tratamento de efluentes otimizados e integrados com a identificação dos pontos críticos de geração dos despejos líquidos no processo produtivo para que se tenha uma produção sustentável.

Em uma indústria de laticínios a vazão dos efluentes líquidos varia ao longo do dia e depende diretamente das operações de processamento ou de limpeza que ocorrem na empresa. Existem também as variações sazonais devidas às modificações introduzidas no perfil qualitativo e, ou, quantitativo da produção, nos horários de produção, nas operações de manutenção, entre outras (MACHADO et al., 2002).

A vazão dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios está relacionada diretamente com o volume de água consumido por ela. Segundo Strydom et al. (1997), o valor da relação entre vazão dos efluentes líquidos e a vazão da água consumida pelo laticínio situa-se entre 0,75 e 0,95. O fato de o último valor limite estar bem próximo de 1, muitos projetistas por medida de segurança adotam este valor. Por essa razão, é extremamente importante o conhecimento do volume de água consumido por uma indústria de laticínios, pois de posse deste dado é possível avaliar a correspondente vazão de efluentes líquidos produzidos por ela.

Na Tabela 1 são mostrados alguns dados referentes à variação e às médias de taxas de consumo de água de indústrias de laticínios de Minas Gerais.

**Tabela 1** – Variação e médias das taxas de consumo de água das indústrias de laticínios

Laticínios	Recepção diária de leite (L.dia <sup>-1</sup> )	Número de Laticínios	Taxa de Consumo de Água (L.L <sup>-1</sup> de leite)	
			Varição	Média
Laticínios de cooperativas	10.000 a 20.000	3	0,9 a 2,0	1,5
	> 20.000	25	0,4 a 7,1	2,3
Laticínios independentes	Até 10.000	19	1,4 a 5,6	2,9
	10.001 a 20.000	9	0,3 a 6,7	3,1
	> 20.000	6	1,5 a 5,1	3,5

Fonte: MINAS AMBIENTE/CETEC (1998).

**Tabela 2** – Taxas aproximadas de consumo de água (em L.L<sup>-1</sup> de leite recebido) para fabricação de vários produtos lácteos

Produto	Austrália	Bélgica	Finlândia	Japão	Nova Zelândia	Noruega
Manteiga e leite em pó ( <i>spray</i> )	Valor típico:	2,5	2,1	3,8		4,6 - 7,0 <sup>3/</sup>
	Faixa:		0,7 - 7,2	1,7 - 8,6		0,9 - 3,0 <sup>4/</sup>
Caseína (ácida)	Valor típico:				2,5	
	Faixa:				1,7 - 3,2	
Caseína, manteiga, leite em pó ( <i>spray</i> )	Valor típico:				2,5	
	Faixa:				1,4 - 6,9	
Queijo	Valor típico:		1,1 <sup>2/</sup>	1,7	1,6	
	Faixa:	3,5 - 5,0 <sup>1/</sup>	0,6 - 1,5		1,0 - 3,0	27 - 37

<sup>1/</sup> requeijão; <sup>2/</sup> manteiga; <sup>3/</sup> inclui condensado de vapor; e <sup>4/</sup> indústrias maiores.

Fonte: International Dairy Federation (1981).

A Tabela 2 apresenta valores de taxas de consumo de água publicados pela Internacional Dairy Federation-IDF (1981), relativos aos diversos países da Europa, Japão e Nova Zelândia.

A proposição deste estudo foi determinar o consumo de água e geração de efluentes de um Laticínio de pequeno porte.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A indústria de laticínios em estudo, localizada na Zona da Mata mineira, tem capacidade de recepção de 8000 L.dia<sup>-1</sup>. Atualmente, recebe, em média, 4000 L.dia<sup>-1</sup>, sendo todo o transporte feito em latões. O laticínio produz queijo mussarela, requeijão em barra, requeijão em pote, iogurte, manteiga e ricota. É cadastrada no IMA desde 2000.

Para a quantificação do coeficiente de consumo de água e geração de efluentes gerados foram monitoradas todas as linhas de produção e observados aspectos como processo de fabricação, resíduos gerados, volume de água utilizado em cada linha de produção, quantificação do efluente gerado e procedimentos de higienização.

Para quantificação do volume de água utilizado em cada linha de produção, foi feita medição da vazão da mangueira utilizada na fábrica, e no momento do processamento foi determinado com cronômetro digital o tempo em que a mangueira permaneceu aberta. O volume de água medido representaria o volume necessário à fabricação de determinado produto, englobando a higienização antes e depois do processo.

Para elaboração do hidrograma de vazão, e como a unidade em estudo não possui hidrômetro, em noites anteriores à medição, a bomba foi ligada e encheu-se a caixa de água por completo e no dia seguinte a bomba foi desligada antes do expediente, e não mais ligada até o encerramento das atividades. No intervalo de hora em hora, durante todo o expediente, foi feita a leitura da altura de água na caixa, com auxílio de uma trena. Foi utilizada a mesma metodologia para a caixa de água do gerador de vapor. Após as medidas de todas as alturas e dimensões das caixas foi determinado o volume de água gasto por hora no laticínio ao longo de um dia de processamento. A medição foi repetida novamente em três ocasiões e o resultado impresso como média horária.

Para caracterização físico-química dos efluentes líquidos foram determinados demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), pH, temperatura, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, óleos e gorduras de amostras do efluente global e amostras montante e jusante do corpo receptor. As análises foram feitas conforme descrito em APHA (1995).

Durante os meses de abril, junho e novembro de 2007 e maio de 2008 foram coletados um volume

de 500 mL de amostras do efluente do laticínio e do corpo receptor a serem analisados. As amostras do efluente global do laticínio foram coletadas de hora em hora até encerramento das atividades. As amostras do corpo receptor foram coletadas três vezes ao dia nos horários de 7, 12 e 15 horas. As amostras do corpo receptor foram coletadas 10 m da jusante e montante.

A análise de temperatura do efluente e das amostras do corpo receptor foi feita no momento da coleta.

Após a coleta diária, as amostras foram mantidas sob refrigeração para sua preservação e posteriormente colocadas em gelo, acondicionadas em caixas isotérmicas e conduzidas ao Laboratório de Análises de Águas Residuárias Agroindustrial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. Para realização das análises foi feita amostragem composta das amostras coletadas durante o dia.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Consumo de água e geração de efluentes do laticínio em estudo

O consumo de água é variável com o tipo de indústria, as técnicas, os processos e equipamentos utilizados nas etapas de processamento.

O coeficiente médio de consumo de água na unidade industrial em estudo foi de 3,2 L.L<sup>-1</sup> de leite processado. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (2002), avaliando indústrias com capacidade de recebimento e processamento de leite entre 10.000 e 20.000 L.dia<sup>-1</sup>, nas quais os coeficientes de consumo de água variaram entre 3,0 e 4,5 L.L<sup>-1</sup> de leite processado.

Por outro lado, Silva (2006) encontrou coeficiente de consumo de água de 6,1 L.L<sup>-1</sup> de leite processado em uma indústria de laticínios de pequeno porte, localizado na Zona da Mata mineira. Entretanto, Castro (2007), realizando estudo no mesmo laticínio, em épocas diferentes, encontrou coeficiente de consumo de água médio de 5,7 L.L<sup>-1</sup> de leite processado.

Carawan e Stengel (1996) relatam que em programas efetivos de redução de poluição consegue-se minimizar em até 25 % o consumo de água e, conseqüentemente, a geração de resíduos.

Braile e Cavalcanti (1979) afirmam que as maiores fontes de despejos líquidos da indústria de laticínios estão geralmente contidas na área de elaboração e embalagem do produto final. Complementam que, de um modo geral, as águas de lavagens correspondem ao mesmo volume de leite processado, e, para fábricas que processam vários produtos, têm-se um coeficiente de geração de efluente de 1,1 a 6,8 L.L<sup>-1</sup> de leite processado.

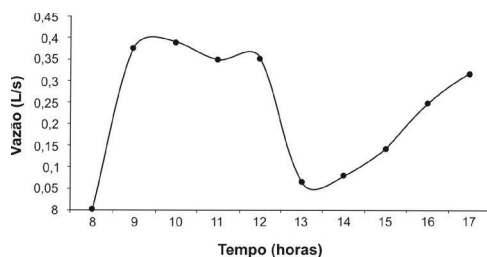
O coeficiente médio de geração efluentes do laticínio foi de 3,5 L.L<sup>-1</sup> de leite processado. Strydom (1997), no Projeto Minas Ambiente, cita que o valor da relação entre a vazão de efluentes líquidos e vazão de água consumida pelos laticínios costuma situar-se entre 0,75 e 0,95. Na unidade avaliada, o valor encontrado da relação foi de 1,09.

A utilização de processos tecnológicos de produção de alimentos que reduzam a quantidade de água e, conseqüentemente, a produção de efluentes é de grande importância, e coerente com o modelo de desenvolvimento sustentável que preserve o meio ambiente onde está instalada a unidade industrial.

Menezes (1999) considera ainda que reduzir a poluição por meio do uso racional de matéria-prima, água e energia significa mais uma opção ambiental econômica e definitiva. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência na produtividade e menores investimentos em soluções de problemas ambientais. Os produtos finais podem ficar mais baratos e, conseqüentemente, mais competitivos.

Na Figura 1 encontra-se o hidrograma de vazão do consumo de água utilizada no laticínio.

No gráfico observa-se o comportamento da média da vazão de água utilizada durante o dia. Pode-se observar que o pico máximo de consumo de água ocorreu no período da manhã, ou seja, entre 9 e 10 horas. Entre as 12 e 13 horas, este consumo decresce e volta a aumentar no final do expediente. Este comportamento é explicado principalmente em função da limpeza que ocorre nos intervalos de maior pico e o menor consumo acontece no horário de almoço, com a redução das atividades.



**Figura 1** – Hidrograma de vazão de consumo de água no laticínio.

Na Tabela 3 é mostrado o coeficiente do consumo de água e o coeficiente de efluentes gerados por litro de leite processado no laticínio.

Na Tabela 4 são mostrados alguns valores de coeficiente de consumo de água por litro de leite em outros países.

Comparando-se os valores de água consumida nas Tabelas 3 e 4, pode-se observar que

o valor encontrado para a linha de processamento do queijo no laticínio foi inferior aos valores encontrados nos países citados (Tabela 4). Entretanto, o valor encontrado para o processamento de iogurte foi muito superior aos mostrados na Tabela 4.

Tal fato se deve à etapa de resfriamento do iogurte, em que a água entra no tanque de camisa dupla à temperatura ambiente, portanto, requerendo um volume maior de água para o resfriamento do produto.

Na Tabela 5 são mostrados os valores máximos de efluentes gerados no processamento do leite para alguns produtos lácteos.

Quando se comparam os coeficientes de geração de efluentes entre a Tabelas 3 e 5, nota-se que os valores de efluentes gerados nas linhas de produção no laticínio estudado foram inferiores, com exceção da linha de processamento de iogurte.

### 3.2 Análises do efluente

Os resultados das análises realizadas do efluente global da indústria em estudo e na montante e jusante do corpo receptor são apresentados na Tabela 6. Nesta tabela também são apresentados alguns valores encontrados para efluentes não-tratados da indústria de laticínios pela European Commission (2006) e Associação Brasileira de Indústria de Queijo (ABIQ, 2007).

Ao se observar os resultados apresentados na Tabela 6 verifica-se grande variação nos parâmetros analisados que pode ser explicado em função das diferenças que ocorrem na produção ao longo do dia e no decorrer da semana, bem como pela falta de padronização dos processos de higienização.

A determinação das faixas de variações diárias que ocorrem nas características dos efluentes é de fundamental importância para uma estação de tratamento de efluentes, principalmente por processos biológicos, o qual é dependente dessas variações.

Vale ressaltar que nas dependências do laticínio em estudo encontra-se um estábulo que também lançam seus efluentes gerados sem qualquer tratamento prévio no mesmo corpo receptor, córrego Marimbondo, onde são lançados os efluentes do laticínio. O ponto de lançamento dos efluentes do estábulo está à montante do ponto de lançamento dos efluentes do laticínio.

Pode-se observar que houve grande variação nos valores de pH do efluente global. Esta variação do pH destes efluentes quando lançados sem tratamento prévio no corpo receptor poderá causar grandes prejuízos ambientais, inclusive com a morte de todas as formas de vidas. Valores baixos de pH foram encontrados durante os processamentos de mussarela e iogurte. O maior valor de pH foi

encontrado no horário de limpeza, entre 16 e 17 horas, devido a utilização de soda cáustica. De acordo com a Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005, o pH de efluentes para serem lançados nos corpos receptores deverão estar entre 5 a 9 (BRASIL, 2005). Ao se comparar as faixas de variação dos valores de pH do laticínio, verifica-se que os mesmos encontram-se dentro das faixas dos valores encontrados pela European Commission (2006) e pela ABIQ (2007).

Com relação ao ponto de coleta da montante, o maior valor de pH observado foi às 17 horas. Este

fato pode ser explicado pela existência de descarte de efluente proveniente do estábulo sem nenhum tratamento acima do ponto coletado. O maior valor encontrado de pH da jusante foi no período da tarde, entre 13 e 17 horas, quando ocorre o processamento da ricota, requeijão, manteiga e limpeza.

De acordo com Von Sperling (1996), em ambientes naturais não poluídos a concentração de  $DBO_5$  deve ser baixa, na faixa de 1 a 10  $mg.L^{-1}$ ; caso o corpo d'água receba poluição orgânica,  $DBO_5$  devem ser bem mais elevados. De acordo com a Resolução nº57, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), as

**Tabela 3** – Volume de água utilizado e efluente gerado por litro de leite processado no laticínio

Atividade/Produto	Coefficiente do Consumo de Água ( $L. L^{-1}$ )	Coefficiente de Efluente Gerado ( $L. L^{-1}$ )
Recepção	0,243	0,243
Iogurte	10	10
Manteiga	1,0	1,1
Queijo mussarela	1,55	2,32
Ricota	0,2	1,1
Requeijão (barra)	1,4	1,4
Requeijão (pote)	1,39	1,4

**Tabela 4** – Água consumida por litro de leite processado de alguns produtos

Produtos	Coefficiente do Consumo de Água* ( $L.L^{-1}$ )			
	Suécia	Dinamarca	Finlândia	Noruega
Leite e iogurte	0,96 a 2,8	0,60 a 0,97	1,2 a 2,9	4,1
Queijos	2,0 a 2,5	1,2 a 1,7	2,0 a 3,1	2,5 a 3,8
Leite em pó e, ou, produtos líquidos.	1,7 a 4,0	0,69 a 1,9	1,4 a 4,6	4,6 a 6,3

\* Inclusive água de resfriamento.

Fonte: CETESB (2006).

**Tabela 5** – Coeficiente de efluentes gerados na indústria de laticínios por litro de leite processado em diferentes produtos lácteos

Tipo de Produto	Coefficiente de Efluente Gerado ( $L. L^{-1}$ )
Produtos brancos (leite, cremes, iogurte).	3
Produtos amarelos (manteiga e queijo)	4
Produtos especiais (concentrado de leite ou soro e produtos lácteos desidratados)	5

Fonte: European Commission-Integrated Pollution Prevention and Control (Jan/2006).

**Tabela 6** – Resultados das variáveis analisadas para o efluente global, 10 m da montante e jusante do corpo receptor e alguns valores encontrados na literatura.

Variável	Faixa de Variação				
	(1)*	(2)*	Unidade em Estudo (montante 10 m)	Unidade em Estudo (efluente global)	Unidade em Estudo (jusante 10 m)
pH	5,3 a 9,4	1 a 12	6,42 a 7,05	5,52 a 12,75	6 a 6,73
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	450 a 4.790	4.000	20 a 3406,3	82,7 a 4632,71	75 a 2.025,6
DQO (mg. L <sup>-1</sup> )	500 a 4.500	6.000	237,32 a 4082,9	917,97 a 6.950,6	153,45 a 2.082,9
Temperatura (°C)	12 a 40	20 a 30	19 a 21	19 a 47	19 a 23
Gordura (mg. L <sup>-1</sup> )	35 a 500	95 a 550	NR	735 a 1.333,5	NR
Sólidos totais (mg. L <sup>-1</sup> )	-	-	80 a 1.935,2	5.298 a 5.350	154,8 a 3.935,5
Sólidos totais fixos (mg. L <sup>-1</sup> )	-	-	25 a 256,2	839 a 1.318	65,5 a 350
Sólidos totais voláteis (mg. L <sup>-1</sup> )	-	-	50 a 1023	2.900 a 4.980	64 a 3.816
Sólidos suspensos totais (mg. L <sup>-1</sup> )	24 a 5700	100 a 1000	88 a 1530	1.812 a 2.900	71 a 2055
Sólidos suspensos fixos (mg. L <sup>-1</sup> )	-	-	12 a 174	25 a 108	25 a 165
Sólidos suspensos voláteis (mg. L <sup>-1</sup> )	24 a 5700	100 a 1000	51 a 856	1704 a 2100	85 a 1895

Fonte: (1) European Commission – Integrated Pollution Prevention and Control (Jan./ 2006); e (2) ABIQ (2007).

NR = análises não-realizadas.

águas para estarem na condição classe 2, por exemplo, devem apresentar  $DBO_5$  menor que  $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ . Observa-se na Tabela 7 um valor elevado de  $DBO_5$  para a montante e jusante do corpo receptor proveniente do descarte inadequado do efluente.

A variação da DQO no efluente global e nas amostras da montante e jusante do córrego Marimbondo é respectivamente  $917,97$  a  $6.950,64 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $237,32$  a  $4.082,90 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $153,45$  a  $2.082,90 \text{ mg.L}^{-1}$ . As faixas de variação estão dentro das variações encontradas por Afonso et al. (2002) e pela European Commission (2006) para efluentes brutos de laticínios não-tratados.

A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 1, de 5 de maio de 2008, estabelece as condições de lançamento de efluentes nos corpos d'água um valor de  $DBO_5$  e DQO, respectivamente, de até  $60 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $180 \text{ mg.L}^{-1}$ . (MINAS GERAIS, 2008).

O coeficiente  $DBO_5/DQO$  do efluente global do laticínio estudado foi de  $0,58$ . Segundo Machado et al. (2002), os efluentes líquidos brutos (não-tratados) de laticínios apresentam valores de  $DBO_5/DQO$  na faixa de  $0,50$  a  $0,70$ . Quanto maior for esse valor, maior será a fração biodegradável dos efluentes e mais indicado é o seu tratamento por processos biológicos.

A faixa de variação de temperatura do efluente global foi de  $19$  a  $47 \text{ }^\circ\text{C}$ . A temperatura é uma variável muito importante na qualidade da água, uma vez que a elevação da temperatura aumenta a taxa das reações químicas e bioquímicas, diminui a solubilidade dos gases como oxigênio dissolvido, causando danos aos organismos (MATOS, 2004). A maior temperatura foi encontrada no período entre  $16$  e  $17$  horas, quando ocorre filagem da mussarela e limpeza com água quente. Com relação às variações das amostras da montante e jusante não houve grande variação, conforme mostrado pelos valores da Tabela 6. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2006), a temperatura para lançamento de efluentes nos corpos receptores deverá ser inferior a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  na zona de mistura.

A faixa de variação de gordura para o efluente global foi de  $735$  a  $1.333,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . O valor encontrado foi superior aos valores obtidos pela European Commission (2006) e ABIQ (2007) (Tabela 6). Este fato pode ser explicado pelo enorme desperdício que existe dentro do laticínio, principalmente no envase da manteiga e do requeijão, no descarte do leiteiro e a falta de padronização da higienização.

A pequena solubilidade de óleos e graxas constitui fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos. A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico,

impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Os óleos e as graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a  $DBO_5$  e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), a recomendação de concentração de óleos vegetais e gorduras animais é até  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  e ausência de materiais flutuantes.

O valor encontrado para sólidos totais da montante do corpo receptor mostra que este se encontra com uma quantidade bastante significativa de sólidos antes da descarga do efluente do laticínio. Este fato é explicado pelo lançamento de efluentes do estábulo, que contribui para o aumento de sólidos totais e a diminuição de oxigênio dissolvidos desta água.

A faixa de variação de sólidos do efluente de laticínio estudado foi de  $5.298$  a  $5.350 \text{ mg.L}^{-1}$  para sólidos totais e de  $1.812$  a  $2.900 \text{ mg.L}^{-1}$  para totais suspensos, respectivamente, estando muito superiores aos valores encontrados por Kong et al. (2000), que são de  $1.017$  a  $2.261 \text{ mg.L}^{-1}$  para sólidos totais e  $190$  a  $366 \text{ mg.L}^{-1}$  de sólidos suspensos. A diferença acontece principalmente pelo desperdício no laticínio e falta de padronização de processos e higienização, além da descarga dos efluentes líquidos do estábulo. Pode-se notar ainda nos parâmetros avaliados na indústria que há predominância de sólidos voláteis nas amostras o que confirma a presença de matéria orgânica no efluente.

#### 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que apesar da média do coeficiente do consumo de água da indústria ser de  $3,2$  litros de água para cada litro de leite processado, valor bastante próximo aos encontrados em dados da literatura e de organismos públicos, pequenas mudanças de comportamento e conscientização podem reduzir este valor, a fim de diminuir gastos energéticos e volume de efluente gerado, sem prejudicar a higienização ao longo do processo.

As linhas de processamento de queijo e manteiga, com a geração de soro e leiteiro respectivamente, foram as que mais contribuíram para o aumento de efluentes tanto em termos de volume quanto em termos de matéria orgânica.

O foco principal é minimizar a geração de efluentes e destinação correta dos subprodutos como soro e leiteiro. Na maioria das vezes não é preciso altos investimentos, como por exemplo, colocar válvulas nas mangueiras de forma a não permitir escoamentos e gastos desnecessários e conseqüentemente redução da geração de efluentes. Vários tipos de ações podem, portanto, contribuir de forma preventiva para o setor laticinista.

**SUMMARY**

The dairy industry is an important segment of the food industry and its contribution in terms of water course pollution is important. Thus, it is necessary and mandatory to reduce the volume of the effluents it generates as well as to conduct a previous treatment of its liquid dejects. This work aimed to determine water consumption and effluent generation in a small dairy. Monitoring was carried out aimed at observing mainly the production process, residues generated, amount of water and effluents generated in each processing line. The dairy's water consumption coefficient is 3.2 L.L<sup>-1</sup> of processed milk and the effluent generation coefficient is 3.5 L.L<sup>-1</sup> of processed milk. It was concluded that, although the dairy's water consumption coefficient mean is a value very close to those found in the literature data and public organs, small changes in behavior and awareness can reduce this value, so as to decrease the energy waste and volume of the effluent generated, without harming sanitation along the process.

**Keywords:** consumption of water, effluents, dairy and environment.

**5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABIQ - Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Dados de produção 2000-2006. ABIQ, 2007. Disponível em: <<http://www.abiq.com>>. Acesso em: 10 jun. 2008.
- AFONSO, M. L. C.; PAWLOWSKY, U.; PATZA, M. G. Tratabilidade de despejos de laticínios por lodos ativados. *Brasil Alimentos*, n. 8, p. 34-38, maio/junho, 2002.
- ALMEIDA, G. S.; SILVEIRA JÚNIOR, J. S. C.; CARVALHO, A. A.; MENEZES, P. S. F. Melhoria de Desempenho Ambiental em uma Unidade de Tratamento de Água de uma Indústria. In: VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2002, Maceió. Anais... Maceió-AL, 2002."
- APHA. Standard methods for the examination of waste e wastewater. 19. ed. Washington.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. Manual de tratamento de águas residuárias. São Paulo: CETESB, 1979. 764 p.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília-DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2005.
- CAMARGO, A. L. B. As dimensões e os desafios do desenvolvimento sustentável: concepções, entraves e implicações à sociedade humana. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- CARAWAN, E.; STENGEL, M. J. Water and wastewater management in a dairy processing plant. North Caroline: North Caroline Agricultural Extension Service. 1996. Disponível em: <<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/wqwm/cd28.html>>. Acesso em: 9 Jun. 2007.
- CASTRO, V. C. Diagnóstico do consumo de água da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos (Série P + L). São Paulo: CETESB, 2006. 89 p. (CDROM)
- EUROPEAN COMMISSION. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference document on best available techniques in the food, drink and milk industries. Sevilha, Espanha: EIPPCB, Janeiro/2006. Disponível em <<http://eippcb.jrc.es/pages/>>
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). Dairy effluents: legislation on water conservation – water to milk ratios – BOD, COD and TOC relationships; Document 138 (Bulletin). Brussels: IDF, 1981.16 p.
- KONG, A.; LIMA, L. M. M.; CEBALLOS, B. S. O. Comportamento de águas residuárias brutas e tratadas provenientes de uma indústria de laticínios durante um dia de funcionamento. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: v. III.
- 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.
- MATOS, A. T. Manejo e tratamento de resíduos agroindustriais. Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, Viçosa-MG, 2004. 120 p. (Série Caderno Didático, 31).



MENEZES, R. P. B. Desenvolvimento e avaliação de modelos de aplicação de metodologia de produção limpa a partir de balanços globais em processos unitários. 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

MINAS AMBIENTE/CETEC. Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais: estado da arte. Belo Horizonte: Minas Ambiente/CETEC, 1998 a. 112 p. Processo.

MINAS GERAIS. Comissão de Política Ambiental. Deliberação Normativa e Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de "efluentes" e dá outras providências. Diário do

Executivo, Belo Horizonte, 13 de maio. 2008.

RAMJEAWON, T. Cleaner production in Mauritian cane-sugar factories. *Journal of Cleaner Production*, V.8, p. 503-510. 2000.

SILVA, D. J. P. Diagnóstico da geração de resíduos e consumo de água em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio a decisão. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

STRYDOM, J. P.; MOSTERT, J. F.; BRITZ, T. J. Two-phase anaerobic digestion of different dairy effluents using a hybrid bioreactor. *Water SA*, v. 23, n. 2, p. 151-155, 1997.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2°. ed. v.1, Belo Horizonte, MG: UFMG, 1996, 243 p.

# ILCT