



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Danilo José P. da Silva

Série Sistema de Gestão Ambiental

Viçosa-MG/Janeiro/2011

ÍNDICE

1.0- RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	2
2.0- EFLUENTES LÍQUIDOS.....	2
2.1- Origem dos efluentes industriais.....	3
2.2- Características físico-químicas dos efluentes líquidos.....	5
2.3- Vazão dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios	7
2.4- Consumo de água nas indústrias de laticínios.....	9
3.0- RESÍDUOS SÓLIDOS	9
3.1- Origem dos resíduos sólidos em laticínios	9
3.2- Classificação e destino final dos resíduos sólidos.....	10
3.3- Armazenamento temporário	11
3.4- Transporte dos resíduos sólidos	11
3.5- Ações para minimização da geração dos resíduos sólidos.....	11
3.6- Quantificação de resíduos sólidos	12
4.0- REDUÇÃO E CONTROLE DOS EFLUENTES LÍQUIDOS	13
4.1- Resultados obtidos mediante a aplicação de ações de gerenciamento .	15
4.2- Resultados obtidos mediante a aplicação de ações de engenharia de processos	16
4.3- Requisitos para a implementação de programas de redução e controle de efluentes na indústria de laticínios.....	16
5.0- REFERÊNCIAS.....	19

1.0- RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

A indústria de laticínios gera resíduos sólidos, líquidos e emissões atmosféricas passíveis de impactar o meio ambiente. Independente do tamanho e potencial poluidor da indústria, a legislação ambiental exige que todas as empresas tratem e disponham de forma adequada seus resíduos. A forma mais racional e viável de fazer o controle ambiental é minimizar a geração dos resíduos pelo controle dos processos e buscar alternativas de reciclagem e reuso para os resíduos gerados reduzindo ao máximo os custos com tratamento e disposição final. Para conseguir êxito no processo de gerenciamento desses resíduos é fundamental que a organização conheça os tipos de resíduos que são gerados, suas características e fontes de geração.

2.0- EFLUENTES LÍQUIDOS

Os resíduos líquidos da indústria de laticínios, mais conhecidos como efluentes industriais são despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, que contém leite e produtos derivados do leite, açúcar, pedaços de frutas, essências, condimentos, produtos químicos diversos utilizados nos procedimentos de higienização, areia e lubrificantes que são diluídos nas águas de higienização de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria.

O efluente é considerado um dos principais responsáveis pela poluição causada pela indústria de laticínios. Em muitos laticínios o soro é descartado junto com os demais efluentes, como pode ser visualizado na Figura 1, sendo considerado um forte agravante devido ao seu elevado potencial poluidor.

O soro é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico. O soro, o leitelho e o leite ácido, pelos seus valores nutritivos e pelas suas elevadas cargas orgânicas não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria. Ao contrário, devem ser captados e conduzidos separadamente, de modo a viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para utilização direta (com ou sem beneficiamento industrial) na alimentação de animais. Atualmente constitui prática incorreta descartar o soro, direta e indiretamente, nos cursos de água. Uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes.

As águas de refrigeração e o condensado proveniente do vapor da caldeira, após o uso, não são geralmente considerados como águas residuárias ou efluentes nas indústrias de laticínios, uma vez que são usadas geralmente em sistemas de recirculação. Apenas nos pequenos laticínios que utilizam o sistema de pasteurização lenta, é que muitas vezes não se faz a recirculação da água de resfriamento e o aproveitamento do condensado, embora essa recirculação seja possível e recomendável.



Figura 1 – Exemplo do descarte de soro de leite junto aos demais efluentes

2.1- Origem dos efluentes industriais

Na indústria de laticínios, diversos processos, operações e ocorrências contribuem para a geração de efluentes líquidos, as quais são apresentados no Quadro 1 e representadas nas Figuras 2, 3 e 4.

Quadro 1 – Operações e processos que geram efluentes líquidos na indústria de laticínios

Operação ou processo	Descrição
Processo de higienização	<ul style="list-style-type: none"> - Enxágüe para remoção de resíduos de leite ou de produtos derivados, assim como de outras impurezas, que ficam aderidos em latões de leite, tanques diversos (transporte, armazenamento, produção), tubulações de leite e mangueiras de soro, bombas, equipamentos e utensílios diversos utilizados diretamente na produção; - Higienização de pisos e paredes; - Arraste de lubrificantes de equipamentos da linha de produção, durante as operações de higienização.
Descartes e descargas	<ul style="list-style-type: none"> - Descargas de misturas de leite e água por ocasião do início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores; - Descarte de soro, leiteiro, água de filagem e leite ácido nas tubulações de esgotamento de águas residuárias; - Descargas de sólidos de leite retidos em clarificadores; - Descarte de finos oriundos da fabricação de queijos; - Descarga de produtos e materiais de embalagem perdidos nas operações de empacotamento, inclusive aqueles gerados em colapsos de equipamentos e na quebra de embalagens; - Produtos retornados à indústria;
Vazamentos e derramamentos	<p>Vazamentos de leite em tubulações e equipamentos devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operação e manutenção inadequadas de equipamentos; - Transbordamento de tanques, equipamentos e utensílios diversos; - Negligência na execução de operações, o que pode causar derramamentos de líquidos e de sólidos diversos em locais de fácil acesso às tubulações de esgotamento de águas residuárias.

Fonte: Adaptado de MACHADO et, al. (2002)

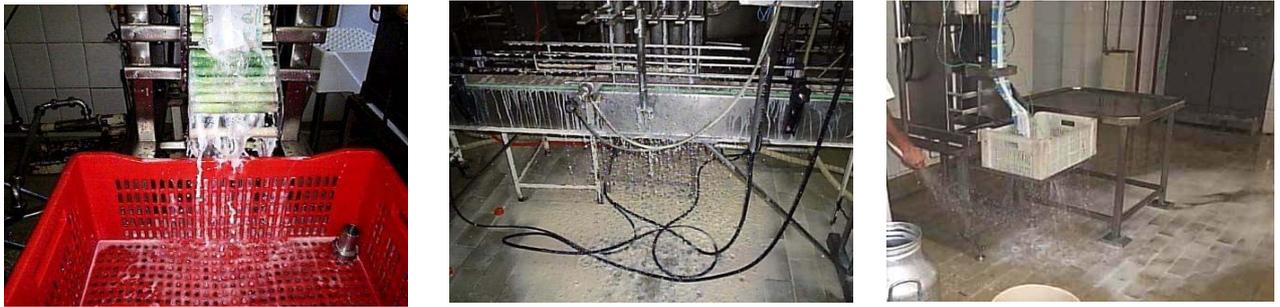


Figura 2 – Exemplo de geração de efluentes nos processos de higienização



Figura 3 – Exemplo de geração de efluentes nas operações de descarte e descargas de leite e produtos derivados



Figura 4 – Exemplo de geração de efluentes em vazamentos e derramamentos provenientes de falhas nos processos

2.2- Características físico-químicas dos efluentes líquidos

Embora os efluentes líquidos decorrentes dos vários processos empregados pela indústria de laticínios tenham uma natureza geralmente similar entre si, refletindo o efeito das perdas de leite e de seus derivados e as operações de higienização, a sua composição detalhada é influenciada pelos seguintes fatores:

- Volume de leite processado;
- Tipo de produto e escala de produção por linha;
- Tecnologia e tipos de equipamentos utilizados;
- Práticas de redução da carga poluidora e do volume de efluentes;

- Atitudes de gerenciamento e da direção da indústria em relação às práticas de gestão ambiental;
- Padronização dos procedimentos de higienização.

No Quadro 2 estão apresentados os valores das principais características físico-químicas do efluente industrial de um laticínio obtidos por SILVA (2006).

As faixas de variações de alguns parâmetros apresentados no Quadro 2 são muito amplas, e podem ser justificadas pela falta de aplicação de medidas preventivas para reduzir a geração de resíduos e pela variação na escala de produção dos produtos em relação a diferentes dias de processamento.

Para efeito de comparação com os dados apresentados no Quadro 2 são apresentados no Quadro 3 valores das características físico-químicas de efluentes industriais de fábricas de laticínios localizadas no Estado de Minas Gerais.

Quadro 2 - Características físico-químicas do efluente de uma fábrica de laticínios processando cerca de 14.000,0 Litros/dia de leite

Parâmetro	Faixa	Média	Desvio Padrão
PH	4,9 – 11,28	8,77	2,55
Temperatura (°C)	32 – 39	35,50	4,95
S. totais (g/L)	0,9 - 3,76	2,06	0,87
S. Suspensos (g/L)	0,23 – 0,78	0,47	0,20
S. Dissolvidos (g/L)	0,67 – 3,15	1,63	0,80
S. Sedimentáveis (mL/L)	0,0 – 27,00	3,10	8,26
Óleos e graxas (mg/L)	22,1 – 806	414	554,80
DQO (mg de O ₂ /L)	2120 – 4287	3567	762,39
DBO ₅ (mg de O ₂ /L)	496 – 1712	1033	417,24
Volume de efluente (m ³ /dia)	65,7 – 99,10	75,85	12,56
Carga orgânica total (Kg DQO/dia)			270,63
Carga orgânica específica (Kg DQO/m ³ de leite processado)			25,70
Relação DBO ₅ /DQO			0,29

Fonte: SILVA (2006)

Quadro 3– Características físico-químicas de efluentes industriais de fábricas de laticínios localizadas no Estado de Minas Gerais. (*) Tipos de indústria: (1) Produção de leite pasteurizado, manteiga, requeijão, doce de leite e queijos; (2) Produção de queijos diversos; (3) Produção de leite pasteurizado, requeijão, ricota, manteiga e queijos; (4) Produção de queijos diversos.

Parâmetros	Tipos de Indústria (*)			
	1	2	3	4
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	2051 - 5269	3637 - 17624	5127 - 5949	18485 - 19755
DQO (mg O ₂ /L)	3005 - 7865	4307 - 20649	5496 - 7709	21277 - 23920
DBO/DQO	0,67 - 0,78	0,59 - 0,85	0,77 - 0,93	0,83 - 0,87
Sólidos suspensos (mg/L)	484 - 1133	560 - 2080	440 - 1105	1540 - 1870
Sólidos totais (mg/L)	1010 - 2107	1567 - 10744	3508 - 4498	8838 - 10052
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0,4 - 60	0,5 - 15	0,4 - 0,6	1,4 - 2,3
Nitrogênio orgânico (mg/L)	32,5 - 79,6	74,2 - 297,6	52,7 - 142,7	190,7 - 292,0
Fósforo total (mg/L)	6,5 - 31,0	2,9 - 131,4	12,4 - 29,2	92,4 - 175,5
Óleos e graxas (mg/L)	227 - 474	90 - 184	37 - 359	75 - 439
Coeficiente geração efluente (L efluente/L leite recebido)	2,7 - 3,1	3,7 - 4,0	2,6 - 3,4	1,0
Coeficiente consumo água (L água/L leite recebido)	3,9 - 4,4	-	3,3 - 3,9	1,4 - 1,5
Leite recebido (m ³ /dia)	16,3 - 18,1	-	15,1 - 21,7	22,0 - 22,2
Leite processado (m ³ /dia)	17,0	7,0	18,5	21,5

Fonte: Adaptado MINAS AMBIENTE/CETEC, 2000

2.3- Vazão dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios

A vazão dos efluentes líquidos de uma indústria de laticínios é extremamente variável ao longo do dia, dependendo das operações de processamento ou de limpeza que estejam em curso na indústria. Há também as flutuações sazonais devidas às modificações introduzidas no perfil qualitativo e/ou quantitativo de produção, nos horários de produção, nas operações de manutenção, etc.

A vazão diária (m³/dia) dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios costuma ser avaliada por meio do denominado coeficiente de volume de efluente líquido, expresso em termos de volume de efluente líquido gerado, dividido pelo volume de leite recebido. Esse é um coeficiente bastante prático, que permite uma rápida estimativa da vazão do efluente líquido, uma vez conhecido o volume de leite recebido pela indústria de laticínios.

Outra forma de estimar o volume de efluente produzido pela indústria de laticínios é conhecendo o volume de água consumido. A vazão dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios está diretamente relacionada ao volume de água consumido. O valor da relação entre a vazão de efluentes líquidos e a vazão de água consumida pelos laticínios costuma situar-se entre 0,75 e 0,95. Esse último valor em que o coeficiente “volume efluente/volume água” é bem próximo a 1,0 justifica a tendência de muitos projetistas em igualar, por medida de segurança, o volume de efluentes ao volume de água consumido. Por essa razão, o conhecimento do valor do consumo de água de uma dada indústria de laticínios, ou de outras indústrias semelhantes, pode ser de grande utilidade para a estimativa da correspondente vazão de efluentes líquidos.

No Quadro 4 estão apresentados alguns valores do coeficiente de geração de efluente líquido em indústrias de laticínios.

Quadro 4 – Valores do coeficiente de volume de efluentes líquidos em indústrias de laticínios

Tipo de indústria	Volume de efluente líquido (litro/litro de leite recebido)	
	Variação	Média
Indústrias de laticínios em geral	0,70 – 4,40 ⁽¹⁾	-
	0,10 – 7,10 ⁽²⁾	2,40 ⁽²⁾
Posto de recepção e refrigeração de leite	0,31 – 1,86 ⁽³⁾	0,82 ⁽³⁾
	-	1,06 ⁽⁴⁾
Leite pasteurizado e manteiga	0,83 – 1,47 ⁽⁴⁾	0,80 ⁽⁵⁾
Queijaria	-	2,00 ⁽⁶⁾
Leite pasteurizado e iogurte	-	4,10 ⁽⁴⁾
Leite esterilizado e iogurte	-	2,90 ⁽⁴⁾

Fonte: (1) Dados do New Zealand Dairy Institute (1984); (2) EPA (1971), citado por Marshall e Harper (1984); (3) Dados do Relatório da EPA 440/1-74-021, conforme CETESB (1990); (4) CETESB (1990), dados de levantamento de campo feito pela CETESB em São Paulo; (5) EPA (1971), citado por CETESB (1990); (6) MACHADO et al. (2002).

OBS: valores entre 0,5 e 2,0 litros de efluente por litro de leite processado podem ser atingidos pelas indústrias de laticínios, que implantarem um adequado programa de prevenção e controle de perdas e de desperdícios.

2.4- Consumo de água nas indústrias de laticínios

No Quadro 5 são apresentados alguns dados referentes à variação e à média das taxas de consumo de água de indústrias de laticínios em Minas Gerais.

Quadro 5 – Variação e média das taxas de consumo de água das indústrias de laticínios.

Laticínio	Agrupamento (L leite recebido/dia)	Quantidade de laticínios	Taxa de consumo de água (L água por L de leite recebido)	
			Variação	Média
Laticínios de Cooperativas	10.001 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	12	1,4 a 5,6	2,9
	10.001 a 20.000	9	0,3 a 6,7	3,0
	> 20.000	6	1,5 a 5,1	3,5

Fonte: MACHADO et al. (2002).

Em relação aos valores apresentados no Quadro 5 cabem as seguintes ressalvas:

A separação dos resultados em dois itens distintos, um para as indústrias de laticínios independentes (ou particulares) e outro para as indústrias de laticínios de cooperativas deve-se à expectativa de que a taxa de consumo de água em relação ao volume de leite recebido seja menor para as indústrias das cooperativas. Isso porque a maior parte do leite recebido por essas indústrias passa por um simples resfriamento, para ser transferida para cooperativas centrais.

3.0- RESÍDUOS SÓLIDOS

Corresponde a todo tipo de material que sobra de um processo, sendo descartado na forma sólida. Inclui, restos de matéria prima, produto acabado, embalagens, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e efluentes, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição atmosférica, entre outros.

3.1- Origem dos resíduos sólidos em laticínios

Os resíduos sólidos gerados no laticínio podem ser subdivididos em dois grupos principais, no que se refere a sua origem. O primeiro grupo são os resíduos gerados nos escritórios, nas instalações sanitárias e nos refeitórios da indústria. Corresponderia ao que se costuma denominar lixo comercial e abrange papéis, plásticos e embalagens diversas gerados nos escritórios, resíduos de asseio dos

funcionários como papel toalha, papel higiênico, etc. E resíduos de refeitório ou cantina, restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens diversas, papel filtro, etc. O segundo grupo refere-se aos resíduos sólidos industriais provenientes das diversas operações e atividades relacionadas diretamente à produção industrial e demais unidades de apoio. São basicamente sobras de embalagens, embalagens defeituosas, papelão, plásticos, produtos devolvidos (com prazos vencidos), embalagens de óleos lubrificantes, resíduos da ETE (sólidos grosseiros, areia, gordura, lodo biológico, etc.) e cinzas de caldeiras (no caso de caldeiras a lenha).

Quanto ao tipo dos resíduos de embalagens, predomina o material plástico (polietileno de baixa densidade e de alta densidade) usados para a embalagem de leite pasteurizado, iogurte e bebidas lácteas, bem como de filmes plásticos diversos usados na embalagem de queijos. Pode haver, ainda, no caso da manteiga, filmes de papel, usados na embalagem de tabletes.

Nas indústrias onde se produz doce de leite e requeijão também há resíduos de lata, vidro ou de embalagens de plástico semiflexível.

Todos os resíduos gerados na indústria devem ser identificados e classificados de acordo com Resolução CONAMA Nº. 313 de 2002 e a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, além de serem armazenados, tratados (quando for o caso) e destinados para disposição final de forma adequada.

3.2- Classificação e destino final dos resíduos sólidos

De acordo com a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, os resíduos sólidos são classificados da seguinte forma:

Classe I- Características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade, podendo apresentar riscos à saúde pública, provocar mortalidade ou incidência de doenças, além de causar efeitos adversos ao meio ambiente, quando dispostos ou manuseados de forma inadequada.

Classe II B – Características: resíduos sólidos ou mistura deles que, submetidos ao teste de solubilização (NBR 10.006), não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos definidos na Norma NBR 10.005.

Classe II A – Características: resíduos que não se enquadram nas Classes I e II B. Apresentam, por exemplo, combustibilidade, biodegradabilidade, perda de voláteis e solubilidade em água.

Outras normas técnicas que direcionam o gerenciamento de resíduos são a NBR-13.221 que especifica as condições necessárias para o transporte de resíduos, a NBR-12.235 que trata do armazenamento de resíduos perigosos e a NBR-11.174 que define os procedimentos para armazenamento de resíduos sólidos classe II A e II B.

3.3- Armazenamento temporário

Os resíduos sólidos gerados na indústria devem ser segregados, acondicionados e armazenados na unidade industrial para posteriormente serem encaminhados para as diversas formas de destinação final. Este período em que o resíduo é estocado na indústria é chamado “armazenagem temporária”.

A armazenagem temporária deve ser realizada fora do galpão industrial e o local deve ser construído de acordo com as normas NBR-11.174 e NBR-12.235.

3.4- Transporte dos resíduos sólidos

O transporte está relacionado ao manuseio dos resíduos no interior da unidade industrial e ao transporte externo, quando este é encaminhado à reciclagem, aterro ou outra forma de destinação final.

Dentro da unidade os resíduos são acondicionados e recolhidos para serem armazenados no galpão de armazenamento temporário. A coleta interna dos resíduos geralmente é feita manual, ou seja, os resíduos são retirados manualmente dos coletores. Cabe ressaltar que para o manuseio de qualquer tipo de resíduo os funcionários devem utilizar os EPI's adequados (Equipamentos de Proteção Individual). O transporte externo deve ser realizado por empresas regularizadas para que os resíduos sejam transportados de forma segura, obedecendo às exigências legais que levam em consideração as características de cada resíduo.

3.5- Ações para minimização da geração dos resíduos sólidos

Dentro da hierarquia de um sistema de gestão ambiental existem alguns princípios a serem seguidos para o controle dos resíduos gerados nos processos produtivos e unidade de apoio de forma a garantir um gerenciamento adequado, tais como: redução dos resíduos nas fontes de geração; reuso (com ou sem regeneração); reciclagem (interna ou externa); e tratamento e destinação final. As alternativas mais comuns que devem ser adotadas para minimização dos resíduos na unidade industrial incluem:

Planejamento e controle do processo produtivo:

Devem ser implantados programas de manutenção preventiva de equipamentos e ferramentas de padronização e garantia da qualidade dos processos produtivos e produtos acabados. Essas ações apresentam grande eficiência na redução das perdas de matéria-prima, insumos necessários ao processo produtivo e produtos acabados, assim como reduzem o consumo de água e de produtos químicos usados nas operações de higienização.

Segregação dos resíduos sólidos:

A coleta e armazenamento dos resíduos sólidos separados permitem a aplicação das técnicas de reuso e reciclagem ou destinação correta com o menor custo reduzindo assim os custos com tratamento e disposição final além de reduzir os impactos ambientais.

Redução do consumo de energia:

Na aquisição de equipamentos a empresa deve priorizar a escolha de tecnologias que apresentam menor consumo de energia. Além disso, deve ser prevista nas instalações o retorno de parte do condensado para a caldeira, o que representa um ganho de energia e uma redução no consumo de água e insumos e, conseqüentemente, menor geração de resíduos sólidos.

3.6- Quantificação de resíduos sólidos

No Quadro 6 é apresentado a quantidade estimada dos principais resíduos que estão sendo gerados e comercializados pelas indústrias de laticínios no Estado de Minas Gerais, em função da capacidade de processamento de leite. Esse quadro foi construído com base em projeções e seus valores devem ser interpretados de maneira exclusiva, ou seja, o volume de leite processado corresponde a apenas um tipo de resíduo gerado. Por exemplo, uma indústria que processa 50.000 L/dia de leite pasteurizado, produziria, em média, 14 kg/dia de resíduo plástico. Se, ao invés de leite pasteurizado, essa indústria fabricasse com os mesmos 50.000 L/dia, leite longa vida, seriam produzidos, em média, 23 kg/dia de resíduos de embalagem multifoliar.

Quadro 6 – Estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerados pelas indústrias de laticínios

Volume de leite processado (L/dia)	Quantidade estimada de resíduo produzido (kg/dia)			
	Plástico	Embalagem multifoliar	Folha de Flandres	Alumínio
10.000	3	5	40	8
20.000	6	9	80	16
30.000	9	14	120	24
40.000	12	18	160	32
50.000	14	23	200	40
60.000	17	27	240	48
70.000	20	32	280	56
80.000	23	36	320	64
90.000	26	41	360	72
100.000	29	45	400	80

Fonte: MACHADO et al. (2002)

Os valores do Quadro 6 são valores médios, podendo ocorrer grandes variações em função do porte do laticínio, tipos de equipamentos usados (novos ou antigos), condições operacionais, programas de manutenção preventiva, ou mesmo pelo grau de conscientização dos funcionários no que se refere à medidas preventivas para prevenção e destinação dos resíduos gerados.

4.0- REDUÇÃO E CONTROLE DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

A redução e o controle de efluentes líquidos incluem um conjunto de ações para reduzir o volume dos efluentes gerados e a carga poluidora, propiciando um tratamento mais fácil e uma redução nas dimensões das unidades de tratamento. Além de trazer inúmeros benefícios como a redução dos custos, uma vez que tudo que é jogado fora foi comprado a preço de matéria prima, embalagens ou insumos como água e energia.

Há dois tipos de ações para redução e o controle dos efluentes líquidos: ações de gerenciamento e ações de engenharia de processo. As ações de gerenciamento são iniciativas que, normalmente, não implicam custos adicionais significativos, como por exemplo, a manutenção de rotina. Já as ações de engenharia de processo dizem respeito à aplicação de técnicas de engenharia

voltadas aos processos industriais, que podem exigir investimentos maiores, por exemplo: automação e troca de equipamentos.

No Quadro 7 estão indicados os itens nos quais podem ser aplicadas ações de gerenciamento e ações de engenharia na indústria de laticínios.

Quadro 7 - Itens nos quais podem ser aplicadas ações de gerenciamento e ações de engenharia na indústria de laticínios.

Item	Ação
Processo	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo do processo produtivo, incluindo a realização de balanços materiais para quantificar as perdas de produto e determinar os locais de sua ocorrência, de modo a identificar as mudanças cabíveis e as necessidades de manutenção dos equipamentos danificados. - Racionalizar o número de partidas e paradas requeridas em operações geradoras de efluentes, tais como separação, pasteurização e evaporação. - Otimizar a seqüência de processamento evitando limpezas desnecessárias entre intervalos de produção, de modo a minimizar as operações de higienização geradoras de volumes significativos de efluentes líquidos. - Elaborar e manter atualizado o cadastro de todas as tubulações de utilidades. - Minimizar os picos de volume e de concentração de efluentes líquidos por meio do adequado escalonamento e execução das operações de higienização. - Implantar programas de garantia da qualidade dos produtos fabricados evitando reprocesso e devoluções. - Planejamento adequado da produção, evitando o processamento de reduzidos volumes de produto, reduzindo assim as descargas de efluentes líquidos por unidade de produto processado.
Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de dispositivos controladores de níveis em equipamentos passíveis de transbordamento. - Instalação de recipientes para coletar os líquidos oriundos da drenagem de tanques de fabricação de queijos e outros produtos lácteos, desnatadeiras e outros equipamentos. Destinar esse material para alimentação animal ou fabricação de outros produtos. - Instalação de coletores de respingos em equipamentos como máquinas moldadeiras, mesas de enformagem e prensas para evitar perdas de matérias primas, produtos e subprodutos, junto aos demais efluentes. - Instalar válvulas nas pontas das mangueiras de água, impedindo o desperdício.
Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação de programas educacionais destinados aos funcionários, com a finalidade de conscientizar sobre a importância do uso racional dos recursos naturais e proteção do meio ambiente. - Treinamento dos funcionários para correta operação e manutenção dos equipamentos e instalações e aplicação de boas práticas ambientais nos processos.
Rotinas operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Manter os tanques e tubulações em boas condições de funcionamento, evitando perdas por vazamentos. - Implantar rotina para a verificação permanente das válvulas das máquinas de enchimento, para não haver sobras de produto nas operações de embalagem. - Operar os equipamentos com um nível de líquido adequado, evitando perdas na ebulição. - Eliminar excessos de produção e o correspondente retorno de produtos devolvidos.

Fonte: MACHADO et al. (2002)

4.1- Resultados obtidos mediante a aplicação de ações de gerenciamento

Estudiosos do controle de efluentes nos Estados Unidos afirmam que, sob muitas circunstâncias, a melhoria das ações de gerenciamento pode resultar em redução equivalente a 50% da carga poluidora e do volume de efluentes verificados anteriormente, conforme exemplificado no Quadro 8.

Quadro 8 - Efeito das ações de gerenciamento sobre a carga de poluição de despejos em laticínios dos EUA

Produto fabricado	Leite processado (Kg/dia)	Kg de DBO ₅ /ton. de leite processado	Kg de despejo/kg de leite processado	Nível das ações de gerenciamento	Observações
Leite	181.000	0,3	0,4	Excelente	Limpeza econômica, mangueiras fechadas (quando não usadas); bandeja coletora de respingos.
Leite	68.000	7,8	5,2	Pobre	Não eram adotadas medidas para reduzir os despejos.
Leite	227.000	0,2	0,1	Excelente	Limpeza econômica, exclusão dos retornos; coletores de respingos;
Queijo cottage	272.000	2,0	0,8	Bom	Soro excluído; finos de queijo retidos em peneira; água de lavagem direta para dreno.
Queijo cottage	136.000	1,3	4,7	Bom	Soro excluído; restos de coágulos dispostos como resíduos sólidos.
Queijo cottage	295.000	71,0	12,4	Pobre	Soro incluído nos despejos líquidos.
Leite	1713.000	0,7	1,0	Bom	Soro e água de lavagem excluídos; água de enxágüe reaproveitada.
Leite e manteiga	272.000	0,9	0,8	Bom	Leitelho excluído; poucos vazamentos; pisos secos.
Leite em pó e manteiga	90.720	3,0	2,5	Regular	Batedeira contínua; vazamentos nas mangueiras; vários vazamentos e gotejamentos.

Fonte: EPA (1974)

4.2- Resultados obtidos mediante a aplicação de ações de engenharia de processos

No que se refere às ações de engenharia de processos pode-se afirmar que:

- Melhorias em termo de equipamentos, processos e sistemas podem ser feitas dentro das próprias indústrias de laticínios para o melhor controle de desperdício e aumento da produção;
- Muitas dessas melhorias só se tornam óbvias após o início do programa de controle e monitoramento;
- Uma avaliação contábil pode ser empregada para determinar a viabilidade de tais mudanças e do correspondente retorno financeiro projetado.

OBS: É importante ressaltar que algumas das sugestões feitas são consumidoras de capital intensivo e utilizadoras de algum grau de automação, necessitando de manutenção constante e operadores especializados. A operação imprópria desses sistemas pode produzir um efeito contrário ao desejado, aumentando a geração de efluentes e diminuindo a eficiência produtiva.

Um exemplo do que se pode obter mediante a aplicação de ações de engenharia de processo é mostrado na Quadro 9.

4.3- Requisitos para a implementação de programas de redução e controle de efluentes na indústria de laticínios

É importante listar que a maioria dos despejos evitáveis podem ser atribuídos aos recursos humanos insuficientemente treinados, supervisionados e motivados. A grande proporção das perdas pode ser devida á manutenção deficiente ou a problemas com o pessoal encarregado dessa função, devido a uma comunicação ineficaz.

O programa de controle deve ter seu foco na perda de matéria prima, produto, subprodutos, água, material de embalagem e energia. Essas perdas estão intimamente relacionadas entre si e constituem a maior parte das perdas econômicas, devendo ser observado que cerca de 75% delas estão associadas ao processamento do produto, enquanto que os outros 25% ocorrem durante, ou após a embalagem.

Quadro 9 - Efeito de ações de engenharia para redução e controle de efluentes líquidos em indústrias de laticínios nos EUA.

Operação/processo	Carga específica de DBO ₅ (Kg DBO ₅ /1000Kg leite)		Volume de efluente (litro/litro de leite)	
	Antes das ações	Após as ações	Antes das ações	Após as ações
Caminhão tanque	0,20	0,06	0,060	0,045
Separação	0,08	0,01	0,008	0,007
Tanque de estocagem	0,20	0,05	0,076	0,038
Pasteurizador	0,80	0,15	0,606	0,151
Tanque de estocagem do leite pasteurizado	0,20	-	0,076	0,038
Máquinas de enchimento	0,30	0,07	0,038	0,023
Transporte	0,10	0,10	0,004	0,004
Estocagem	0,10	-	0,008	0,008
Distribuição/retorno de produto	0,40	-	0,045	0
Total	2,38	0,17	0,921	0,314
<p>Ações adotadas: - Instalação de bandejas coletoras de respingo nas máquinas de enchimento; - Sistema central de aquecimento de água com válvulas de parada em todas as mangueiras; - Reutilização dos rejeitos associados às operações de partida, parada e mudanças de equipamentos; - Separação dos resíduos retidos em separadores do sistema CIP, para disposição como resíduos sólidos, - Planejamento da produção para eliminar devolução do produto.</p>				

Fonte: EPA (1974)

Para o sucesso de um programa de redução e controle de efluentes líquidos devem ser seguidos os requisitos apresentados no Quadro 10:

Quadro 10– Requisitos que devem ser seguidos para o sucesso de um programa de redução e controle de efluentes líquidos.

Requisitos/Medidas	Exemplos
Comprometimento formal da alta administração da indústria com o programa.	A empresa deve fazer uma declaração por escrito, do seu comprometimento com o programa e disponibilizá-la de forma que todos fiquem sabendo das suas intenções.
Criação de uma equipe de controle de perdas, incluindo nela membros das áreas de manutenção e operação de cada departamento e turno de trabalho.	Deve ser escolhido pelo menos um representante de cada linha que fique responsável para identificar e quantificar o consumo de água, geração de resíduos, perdas de matéria prima e produtos, apontando as possíveis causas. Esses dados mostram a real situação ambiental da empresa.
Estabelecimento de um sistema de contabilidade financeira para avaliar os custos de perdas de recursos, o capital gasto com as medidas de controle e o retorno do capital investido.	Dentro da equipe de implantação do programa deve ter um membro responsável pela avaliação dos custos das perdas e os custos de implantação das medidas corretivas de forma que seja possível identificar as ações de baixo custo e que trarão retorno imediato.
Estabelecimento de um programa permanente de conscientização e treinamento de gerentes, supervisores e operadores para desenvolver o controle preventivo dos resíduos. Demonstrar os benefícios econômicos decorrentes disso e os fatores envolvidos no controle preventivo.	É fundamental que todos os membros da equipe sejam treinados para desempenhar bem suas funções na etapa de implantação do controle preventivo. Todos os colaboradores da empresa devem receber treinamento e conscientização sobre as Boas Práticas Ambientais. Isso será muito importante para que as medidas implantadas consigam atingir os objetivos propostos.
Estabelecimento de metas a serem alcançadas pelo programa de controle.	O estabelecimento de metas torna os objetivos mais concretos e facilita a orientação dos trabalhos. Exemplos de metas: reduzir o consumo de água em 20%.
Estabelecimento de um plano de monitoramento contínuo de perdas e do uso de recursos, com o retorno de resultados aos operadores.	Criar um programa de incentivo às participações voluntárias, onde as idéias recebidas sejam divulgadas em um boletim interno, ou de alguma outra forma que se julgue mais adequada, nomeando os seus autores e oferecendo algum tipo de recompensa para as melhores sugestões.
Atenção diária tanto para as ações preventivas de manutenção como para as boas práticas de processos.	Após a implantação do programa o seu sucesso depende de uma avaliação periódica buscando sempre o aprimoramento das ações e técnicas preventivas e definindo novos objetivos e metas para uma melhoria contínua.

Fonte: Adaptado MACHADO et al. (2002)

5.0- REFERÊNCIAS

- AMUNDSEN, A. **Preventive wastes minimization process for sustainable development.** Palestra no Prim. Congresso Internacional de Tecnologia Limpa Aplicada ao Setor de Alimentos. Florianópolis, ago. 1999.
- BRAILE, P.M., CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** São Paulo: CETESB, 1979. 764p.
- CARAWAN, R. E., PILKINGTON, D. H. **Reduction in Waste Load From a Meat Processing Plant-Beef.** North Carolina Agricultural Extension Service - North Carolina State University, Asheboro, N.C., 1986.
- CNTL. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas: Relatório.** Porto Alegre: FIERGS, 1998.
- FIESP/CIESP, Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria, Vol. 1. Disponível: <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>. Último acesso: 20/01/2011.
- JOHNS M. R.. **Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review.** Department of Chemical Engineering, The University of Queensland, Australia; 1995.
- MACHADO, R.M.G.; FREIRE, V.H.; SILVA, P.C.; FIGUERÊDO, D.V.; FERREIRA, P.E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios.** Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, 224p., 2002.
- MARCHIORI, E. Soro de leite: muito além dos produtos lácteos. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, Ano 10, n. 63, p. 50-53, Maio/Junho 2006.
- MINAS AMBIENTE/CETEC. **Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais: Medidas de gestão e controle ambiental.** Belo Horizonte, 2000. 151p. (Relatório Técnico)
- PAULI, Gunter. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade.** Trad. José W.M. Kathler; Maria T.R. Rodriguez. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.
- PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, M. R. L. Sistema de Gestão e Proteção Ambiental. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2007.
- POHLMANN, M. Água e efluentes na indústria frigorífica. **Revista Nacional da Carne**, Julho, 2004. Disponível em: <<http://www.dipemar.com.br/carne/329~>>. Último acesso: 28/04/2007.

- SANTOS, J.P.V. & FERREIRA, C.L.L.F. **Alternativas para o aproveitamento de soro de queijo nos pequenos e médios laticínios.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. v.56, n.321, p.44-50, 2001.
- SEBRAE-MG/SILEMG/FAEMG. **Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 270 p, 1997.
- SILVA, D. J. P. Gestão ambiental em uma indústria de produtos lácteos. **Revista Leite e Derivados.** Ano XV. n. 94, p. 52-63, Set/Out. 2006.
- SILVA, D. J. P., PEREIRA, V. F., BARROS, F. A. R., MOTTA, F. B., ARAÚJO, M. A., PASSOS, F. J. V.; Gerenciamento de resíduos em uma indústria de produtos lácteos. **Revista Leite e Derivados.** Ano XV. n. 91, p. 26-37, Maio/Junho 2006.
- SILVA, D. J. P. da. **Diagnóstico do consumo de água e da geração de efluentes em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio.** Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 72p., 2006. (Dissertação de M.S).
- TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. **(a) Desempenho Ambiental e Sustentabilidade.** Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2005.
- TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. **(b) Qualidade Ambiental e Ecoeficiência: nova postura.** Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2005.
- VAN BERKEL, I. R. **Introduction to cleaner production assessments with applications in the food processing industry.** UNEP Industry and Environment, Amsterdam, 1995.
- VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria.** Brasília – DF: ABEAS, Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1996a. 92p.