

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS**  
**INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS**

**Sérgio Pereira de Paiva**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

Juiz de Fora

2005

**Sérgio Pereira de Paiva**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

Monografia de graduação apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente.

Orientador: Professor Alexandre Lioi Nascentes

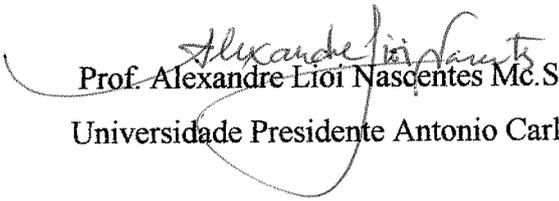
Juiz de Fora

2005

**SÉRGIO PEREIRA DE PAIVA**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

Monografia de graduação apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Meio Ambiente e aprovada pelo seguinte examinador:

  
Prof. Alexandre Lioi Nascentes M.C.Sc.

Universidade Presidente Antonio Carlos

Juiz de Fora

31/11/2005

Dedico esta Monografia a meu filho Samuel que por inúmeros momentos não pode desfrutar de minha presença devido à minha dedicação aos estudos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, meu condutor, e aos professores com carinho, o meu muito obrigado pelo apoio, dedicação e compreensão durante todo esse tempo.

“na natureza nada se cria, nada se perde,  
tudo se transforma”

LAVOISIER

## RESUMO

A Avaliação do Impacto Ambiental, desde seu surgimento, vem sendo o instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo, um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação, suas alternativas, os resultados, apresentação de forma adequada ao público, aos responsáveis pela tomada de decisões e por eles devidamente consideradas. Na Indústria de Laticínios, devem ser observados alguns aspectos, em especial os efluentes líquidos, responsáveis por grande carga orgânica e prejuízo as águas superficiais. Para uma avaliação adequada é necessário que se tenha conhecimento dos poluentes gerados no processo de fabricação dos laticínios, assim como suas fontes, as causas ambientais e suas formas de minimização e tratamento. Este trabalho, desenvolvido através de pesquisa bibliográfica, tratará destes assuntos além de ações relacionadas a Política limpa como Redução de resíduos e efluentes.

**Palavras-chave:** Laticínios, efluentes e tratamento.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>09</b>
<b>TECNOLOGIAS LIMPAS E ECOEFICIÊNCIA</b>	<b>10</b>
<b>2. POLUENTES DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIO</b>	<b>15</b>
2.1. Resíduos sólidos	15
2.2. Poluentes atmosféricos	15
2.3. Efluentes Líquidos	16
2.3.1. Efluentes Líquidos Industriais	16
2.3.2. Processos, operações e ocorrências contribuem para a geração de efluentes líquidos industriais Na indústria de laticínios	17
2.3.3. Esgoto Sanitário	18
2.3.4. O soro, o leite e o leite ácido	21
2.3.5. Águas Pluviais	21
2.4. Ruídos	21
<b>3. TRATAMENTO DO EFLUENTE</b>	<b>23</b>
3.1. Os Métodos e suas Operações Unitárias	23
3.2. Níveis de Tratamento	24
3.2.1. Preliminar	24
3.2.2. Primário	25
3.2.3. Secundário	25
Terciário	30
3.3. Etapas de Tratamento – Sistema de Lodos ativados	31
3.3.1. Gradeamento	31
3.3.2. Desarenação	31
3.3.3. Medidor de Vazão	31
Tanque de Equalização	32
Tanque de Aeração (lodos ativados)	32
Decantador Secundário	32
Recirculação	32

<b>3.3.8. Digestor</b>	<b>32</b>
<b>Filtro / Prensa</b>	<b>32</b>
<b>Corpo Receptor</b>	<b>33</b>
<b>3.3.11. Laboratório de Controle</b>	<b>33</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
<b>5. REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>

## INTRODUÇÃO

As fontes de poluição oriundas de atividades humanas, em particular as industriais, são conduzidas exercendo suas externalidades negativas, como a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos comprometendo a integridade do meio ambiente e a qualidade de vida.

Em conseqüência da poluição de ordem sanitária e industrial, ocorre a não adequação da água do corpo receptor para utilização humana, a ineficiência do potencial de autodepuração, a diminuição do oxigênio dissolvido na água e o comprometimento dos ecossistemas aquáticos.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem criado força a medida que as necessidades ambientais pressionam a humanidade. Os conceitos Estudados pelos ambientalistas e afins são as ferramentas chaves para que a Industrialização, que é tão necessária para produção de todos os bens indispensáveis para a humanidade, não se torne o grande vilão do meio ambiente.

Como na Indústria de Laticínios, que será o objeto deste estudo, assim como em qualquer outra é possível se estabelecer uma Política Ambiental onde se torne efetivo Um Sistema de gestão ambiental, aliando desenvolvimento, economia, sociedade e meio ambiente. Existem normas ambientais e a série ISO 14.000 que são norteadoras de procedimentos de qualidade ambiental (NBR ISO 14.0001 e NBR ISO 14.0004, 1996)

Para que o Sistema de Gestão ambiental e o controle da poluição funcione é necessário que se tenha pleno conhecimento da Indústria trabalhada como o ambiente físico-arquitetônico (chão de fábrica), setores, funcionamento e dinâmica produtiva, Processo produtivo, Aspectos ambientais como resíduos e efluentes gerados, tipologia e características do produto como grau de periculosidade ou contaminação, procedimentos de emergência, Sistemas de tratamento, manipulação e destinação final de resíduos e efluentes entre outros.

## 1. TECNOLOGIAS LIMPAS E ECOEFICIÊNCIA

Desperdícios de matérias-primas e energia ocorrem, geralmente, através da intensa geração de resíduos e emissões. Esta conclusão é a base de uma nova abordagem filosófica que busca conciliar a proteção do meio ambiente e o afastamento dos riscos globais com a competitividade e a formação de uma elite empresarial, preocupada em responder positivamente ao imperativo do desenvolvimento sustentável (MENEZES, 1999).

Esse mesmo autor relata que com o objetivo de absorver as externalidades decorrentes do desenvolvimento de aspectos regulatórios do meio ambiente e de aspectos econômicos relacionados à escassez de alguns recursos naturais, o foco preventivo nos desperdícios deixou, em menos de uma década, o campo das discussões filosóficas e se transformou em metodologias documentadas visando ao público gerencial.

PEREIRA, CUNHA E PEREIRA (1997) caracterizam as tecnologias limpas em dois tipos, as de controle e as de prevenção. Deste modo, o caso clássico de uma tecnologia limpa de controle são as Estações de Tratamento de Efluentes (ETE). Os autores demonstram parecer natural a organização adotar primeiramente a tecnologia de controle para depois alcançar a de prevenção: redução de produtos químicos e metais pesados no processo de produção.

Como tecnologias limpas os autores citam todas as tecnologias utilizadas na produção de bens e serviços que não destroem o meio ambiente. Por exemplo: a) reciclagem de papel, latas, entre outros; uso de energias alternativas, como a eólica, solar, biomassa e células fotovoltaicas; produtos biodegradáveis; tecnologias para redução e prevenção da poluição do ar, das águas, do solo ou a sonora, ou dos resíduos sólidos e a visual.

MENEZES (1999) considera ainda que reduzir a poluição através do uso racional de matéria-prima, água e energia significa mais uma opção ambiental e econômica 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.

Mas não é apenas um assunto de dinheiro. Poluição no chão da fábrica gera risco para a saúde e a segurança dos trabalhadores. Trabalhar com Produção limpa reduz este risco, aumenta a produtividade do trabalho e melhora a qualidade do produto, além de auxiliar também a fortalecer a imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais.

No entanto, com relação à Produção Limpa (ou PL), são freqüentes as referências na literatura a terminologias como “Tecnologias Limpas”, “Tecnologias Mais Limpas”, “Produção Mais Limpa”, “Tecnologias de Baixo Desperdício”, entre outras (CNTL, 1998).

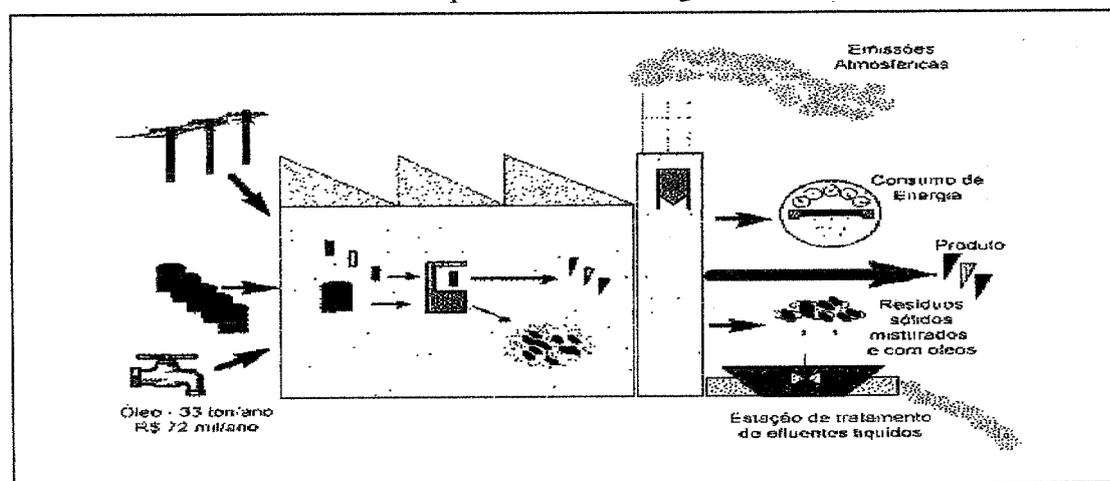
O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) define tecnologias limpas como a “aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos” (TUR, 1998).

O CNTL considera ainda que minimizar resíduos e emissões também significa aumentar o grau de utilização de insumos e energia usados na produção (aumento de eficiência) até o caso ideal de utilização de 100%, que garante um processo livre de resíduos e emissões (TUR, 1998).

ALMEIDA (2002) dentro desta perspectiva sintetiza esta passagem quando diz que a velha máxima de Lavoisier de que “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma” é retomada pelas empresas sustentáveis quando buscam fechar os ciclos de produção.

O CNTL considera ainda que enquanto a gestão convencional de resíduos pergunta: O que se pode fazer com os resíduos e as emissões existentes?

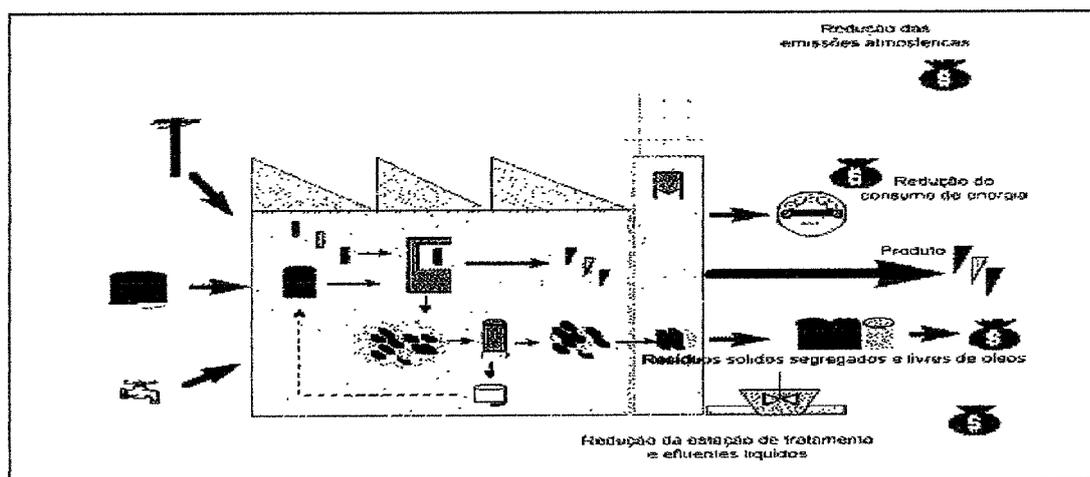
Figura 1: Processo industrial de uma empresa baseada na gestão convencional.



Fonte: (TUR, 1998)

Na Produção Limpa, a proteção ambiental integrada à produção e pergunta: de onde vêm nossos resíduos e emissões? Por que afinal se transformaram em resíduos?

Figura 2: Processamento de uma empresa baseada na Produção Limpa



Fonte: (TUR, 1998)

A aplicação da metodologia de implantação de técnicas de Produção mais Limpa a processos produtivos permitirá a obtenção de soluções que contribuam mais para a solução definitiva dos problemas ambientais, já que a prioridade da metodologia está baseada na identificação de opções de não geração dos resíduos produzidos nestes processos produtivos.

ALMEIDA (2002) integra o processo de produção mais limpa ao sistema de gestão ambiental entrando em circulação a expressão “ecoefficiência”.

Nesta perspectiva, a ecoeficiência é uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental. Pode ser considerada uma forma de responsabilidade ambiental corporativa. Encoraja as empresa de qualquer setor, porte e localização geográfica a se tornarem mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis. O principal objetivo da ecoeficiência é fazer a economia crescer qualitativamente, não quantitativamente (ALMEIDA, 2002).

O alcance da ecoeficiência traz inicialmente dois tipos de ganho para a empresa.: econômico, considerando que as ações objetivam o uso mais racional da matéria-prima e energia da empresa, levando em conta desde a forma como o produto foi concebido até o uso de um processo produtivo que minimize os resíduos gerados. Pelo mesmo princípio, obtém-se o benefício ambiental, decorrente da diminuição do volume de resíduos que são jogados no meio ambiente e de um consumo menor de água e energia, recursos naturais não renováveis (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2002).

Há ainda um terceiro benefício do ponto de vista mercadológico, que diz respeito ao marketing ambiental da empresa. A responsabilidade ambiental tem sido um importante

critério competitivo para as empresas do mundo todo, uma vez que os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância da preservação do planeta. "Basta dizer que as ações de uma empresa caem quando ela provoca um acidente ambiental", salienta o professor Sérgio José Barbosa Elias, coordenador do Núcleo de Tecnologias Limpas do Ceará, da Universidade Federal do Ceará. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2002)

ALMEIDA (2002) considera ainda que ser ecoeficiente significa combinar desempenho econômico e desempenho ambiental para criar e promover valores com menor impacto sobre o meio ambiente. Esse mesmo autor descreve sete elementos essenciais da ecoeficiência, os quais estão descritos abaixo:

- Redução do consumo de materiais com bens e serviços;
- Redução do consumo de energia com bens e serviços;
- Redução do consumo de substâncias tóxicas;
- Intensificação da reciclagem de materiais;
- Maximização do uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongamento da durabilidade dos produtos;
- Agregação de valor aos bens e serviços.

Tabela 01: Aspectos e impactos comuns da indústria de laticínios

UNIDADE OPERACIONAL	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS
Recepção	Geração de efluentes líquidos na limpeza da plataforma de recepção e de latões	Poluição hídrica
Laboratório	Geração de efluentes líquidos na limpeza dos frascos e dos descartes das amostras.	Poluição hídrica
	Contato de operadores com materiais prejudiciais à saúde.	Risco a saúde
Pasteurização e empacotamento	Geração de efluentes líquidos na limpeza dos equipamentos (centrífuga, pasteurizador, empacotadeira)	Poluição hídrica

Queijaria	Geração de efluentes líquidos na limpeza de tanques e utensílios.	Poluição hídrica
Caldeira	Consumo de água e de lenha, para a operação da caldeira.	Uso de recurso natural
	Geração de resíduos sólidos na forma de cinzas.	Poluição do solo
	Geração de emissões atmosféricas	Poluição atmosférica
Todas	Geração de resíduos sólidos constituídos de embalagens de materiais e insumos.	Poluição do Solo

Fonte: SEBRAE / MG, (1997)

## 2. POLUENTES DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIO

Os efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas destacam-se como poluentes gerados pela indústria de laticínios que podem causar impactos ao meio ambiente.

Segundo MAIA (1992), o efluente líquido é considerado como um dos principais responsáveis pela poluição causada pela indústria de laticínios, que são despejos líquidos originários de suas atividades, que contém leite e subprodutos, detergentes, desinfetantes, areia, lubrificantes, açúcar, frutas, essências e condimentos diversos que são diluídos nas águas de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria, o lançamento é feito direto na rede doméstica de esgoto.

### 2.1. Resíduos sólidos:

Segundo LIMA (1988), os principais resíduos sólidos gerados nas pequenas e médias indústrias de laticínios são embalagens plásticas e de papéis, bombonas plásticas, lixo doméstico, cinzas e caldeiras, aparas de queijo e, em menor quantidade, metais e vidros, como também a gordura e lodo gerados na Estação de tratamento de esgotos (ETE).

### 2.2. Poluentes atmosféricos:

A poluição atmosférica é restrita a operação das caldeiras, usadas para a produção de vapor, que podem funcionar a óleo combustível ou a lenha. A lenha usada em pequenos e médios laticínios, é responsável pela emissão acentuada de fuligem na atmosfera, o que reduz a qualidade de vida da população adjacente, significa baixa eficiência de combustão, desperdício de combustível, comprometimento da vida útil da caldeira, maiores gastos com reposição de peças e com manutenção e a inexistência de uma política de conservação de energia na empresa.

### 2.3. Efluentes Líquidos

Segundo MACHADO, (2002), os efluentes líquidos abrangem os efluentes líquidos industriais, os esgotos sanitários gerados e as águas pluviais captadas, águas utilizadas na limpeza etc. Segundo dados do editorial Pauta Econômica (2004), houve um aumento significativo do consumo do Leite de cabra no Brasil. Este, deve ser processado seguindo basicamente os padrões do leite bovino usualmente consumido.

A CAPRIMA, Associação dos Criadores de Cabras Leiteiras da Zona da Mata de Minas Gerais, firmou um convênio com a Cândido Tostes – Epamig para que o leite seja processado adequadamente e enquadrado no preço satisfatório de mercado. A qualidade do produto é muito importante e portanto a Associação se preocupa com a questão ambiental nos 15 centros produtores espalhados pela Zona da Mata Mineira. Alguns projetos em andamento visam minimizar o custo da produção e otimização da produtividade. Para isso estão sendo implantadas medidas ambientais corretivas nos centros produtores, a Exemplo do Instituto Cândido Tostes – JF. Os efluentes líquidos das Indústrias Laticinistas são geralmente um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores e investidores. Estes englobam os efluentes sanitários, águas pluviais e os efluentes industriais. Segundo exigências ambientais e da Própria associação, o empreendimento em questão a área da Escola Técnica e área de pátio não terão analisadas a qualidade de suas águas pois estas enquadram-se dentro dos padrões normais de esgoto doméstico e águas pluviais respectivamente. Serão analisadas somente os efluentes industriais pois estes serão os efluentes pretendidos para tratamento na ETE (Estação de Tratamento de Esgotos). O projeto já existe, porém por questões políticas e financeiras ainda não se deu início à construção da ETE. Este é um caso especial pois a maior parte dos outros centros trata-se de pequenas propriedades rurais onde o Leite é processado de forma artesanal em pequenos laticínios. As exigências da Associação giram em torno da adequação ambiental e qualitativa para que os criadores e produtores dos derivados do leite de cabra tenham lucro assegurado. A expectativa de lucro para 2004 era de 700 mil litros, porém a CAPRIMA pretende incorporar novos associados.

#### 2.3.1. Efluentes Líquidos Industriais

Os efluentes industriais de Laticínio são constituídos pelos despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, contendo as seguintes matérias

principais, diluídas nas águas de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria:

Leite e derivados recebidos como matéria-prima;

Matérias lácteas geradas e não aproveitadas ao longo dos processos industriais, geralmente gordura, podendo incluir, ainda, quando não removidos para reciclagem ou para disposição em separado, sólidos de leite retidos em dispositivos como clarificadores, filtros e grelhas, bem como restos ou pedaços de produtos finais;

- Detergentes e desinfetantes usados nas operações de lavagem e sanitização;
- Areia e poeira removidas nas operações de lavagens de pisos e latões de leite;
- Lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos.
- Na fabricação de produtos mais elaborados, como o queijo, os efluentes líquidos industriais poderão conter ainda subprodutos como o soro (fabricação de queijo) e o leiteiro (produção de manteiga).

2.3.2. Processos, operações e ocorrências contribuem para a geração de efluentes líquidos industriais Na indústria de laticínios

a) Lavagem e limpeza

• Enxaguamento para remoção de resíduos de leite ou de seus componentes, assim como de outras impurezas, que ficam aderidas em latões de leite, tanques diversos (inclusive os tanques de caminhões de coleta de leite e silos de armazenamento de leite), tubulações de leite e mangueiras de soro, bombas, equipamentos e utensílios diversos utilizados diretamente na produção.

- Lavagem de pisos e paredes.
- Arraste de lubrificantes de equipamentos da linha de produção, durante as operações de limpeza.

b) Descartes e descargas

• Descargas de misturas de sólidos de leite e água por ocasião do início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores.

• Descarte de soro, leiteiro 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.

c) Vazamentos e derramamentos

- Vazamentos de leite em tubulações e equipamentos correlatos devido a:
- 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.

Os tipos de despejo abaixo descritos podem aumentar significativamente o volume dos efluentes líquidos industriais de uma indústria de laticínios, tanto em termos de vazão como de carga poluidora, mas, a rigor, em uma indústria bem gerenciada, não deveriam ser encaminhados às tubulações de águas residuárias.

- Águas da lavagem dos caminhões, incluindo, areia, barro e folhas de árvores.
- Pó de carvão e lascas de lenha, usados como combustível.
- Derramamentos de óleo combustível.
- Cinzas de caldeira.
- Água e produtos químicos usados nas caldeiras ou em equipamentos de refrigeração.

### 2.3.3. Esgoto Sanitário

O esgoto sanitário compõe-se, essencialmente, das águas de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem. Constitui-se de, aproximadamente, 99,9% de água e 0,1% de sólidos. O líquido nada mais é que o meio de transporte das substâncias orgânicas, inorgânicas e dos microrganismos eliminados pelo homem, que são responsáveis pela deterioração do corpo receptor (BRAGA et al, 2002).

As principais características físicas ligadas aos esgotos são: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão.

As principais características químicas dos esgotos são: matéria orgânica e matéria inorgânica. As principais características biológicas do esgoto são: microorganismos e indicadores de contaminação fecal.

Tabela 02: Características típicas encontradas nos esgotos sanitários

Parâmetro	Concentração
DBO	350 mg/L
DQO	700 mg/L
Sólidos Suspensos Totais	400 mg/L
Sólidos Dissolvidos Totais	700 mg/L
Sólidos Decantáveis	15 mL/L
Nitrogênio Total	50 mg/L
Fósforo Total	20 mg/L
PH	7 mg/L
Óleos e Graxas	110 mg/L

Fonte: VON SPERLING (1996)

Tabela 03: Principais efeitos causados nos cursos d'água pelo lançamento in-natura do efluente líquido.

Poluentes	Parâmetro de Caracterização	Tipo de Efluentes	Consequências
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos, industriais	Problemas estéticos, depósitos de lodo, absorção de poluentes, proteção de patogênicos
Sólidos Flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos, industriais	Problemas estéticos

Matéria Orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos, industriais	Consumo oxigênio, mortandade de peixes, condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Domésticos,	Doenças de veiculação hídrica
Nutrientes	Nitrogênio, fósforo	Domésticos, industriais	Crescimento excessivo de algas, toxicidade aos peixes, doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostes não biodegradáveis	Pesticidas, detergentes, outros	Industriais, agrícolas	Toxicidade, espumas, redução da transferência de oxigênio, não biodegradabilidade, maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex; arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco, etc.)	Industriais	Toxicidade, inibição de tratamento biológico dos esgotos, problemas de disposição do lodo na agricultura, contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva – prejuízo às plantações (prejuízo às plantações (irrigação), toxicidade a plantas (alguns íons), problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: VON SPERLING (1996)

#### 2.3.4. O soro, o leite e o leite ácido

Segundo BERTOL (1993), 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.

De acordo com RICHARDS, 1997 o soro é responsável por grande concentração de gorduras, ácidos graxos, amônia, potássio, ferro, e produtos derivados resultantes de limpeza nos efluentes da indústria. Sua utilização depende do tipo de soro e sua origem do processo de fabricação podendo ser usado além de alimentação animal, em adubos, fermentos, ácidos lácteos, conservantes, estabilizantes, fármacos, e mais recentemente em estudos na indústria de beleza.

#### 2.3.5. Águas Pluviais

Estas, na Indústria de laticínios, tipicamente não apresentam não conformidade em relação ao padrão de lançamento e podem ser enviadas ao corpo receptor. (BOTELHO, 1984)

### 2.4. Ruídos

A avaliação do nível de ruído em ambientes é feita segundo dois critérios básicos: conforto acústico e ocupacional.

O conforto acústico é fixado pela Portaria nº 92, de 19 de Junho de 1980, do Ministério do interior. Nesta Portaria estão especificados os níveis de ruído para efeito do incômodo provocado em moradores próximos à fábricas e outras instalações fixas.

O critério ocupacional trata dos efeitos auditivos causados pelo ruído na Portaria nº 3214 R 15, de 08 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho. Para ruídos contínuos a legislação estabelece os limites fixados na tabela a seguir:

Tabela 04: Relação Tempo x Decibéis para critério ocupacional

TEMPO	DECIBÉIS
8 horas	85
4 Horas	90
2 Horas	94
1 Hora	100
30 minutos	105
15 minutos	110
7 minutos	115

Fonte: TEIXEIRA, (2002)

### 3. TRATAMENTO DO EFLUENTE

O tratamento consiste na remoção de poluentes para possível reutilização ou disposição final, para tal deve ser estudado um método de tratamento que depende das características físicas, químicas e biológicas que o efluente possui. O tipo de tratamento necessário será sempre em função do corpo receptor e das características do uso da água a jusante do ponto de lançamento da capacidade de autodepuração do corpo de água. Os contaminantes podem ser removidos por métodos físicos, químicos ou biológicos e cada etapa é considerada uma operação unitária.

#### 3.1. Os Métodos e suas Operações Unitárias:

a) Métodos Físicos: Gradeamento, Desarenadores, Floculação, Sedimentação (simples/ polieletrólitos) Flotação (simples / ar dissolvido), Filtração. (PHILIPPI, 2005)

b) Métodos Químicos: Precipitação química, Adsorção, Desinfecção / cloração, Oxidação química, Ozonização. (PHILIPPI, 2005)

c) Métodos Biológicos: Lodos ativados, Biodigestão Anaeróbia, Lagoas Biofiltração. (PHILIPPI, 2005)

Os processos envolvidos são chamados Níveis de Tratamento e as combinações das operações unitárias compõem a Estação de Tratamento de Efluentes como mostra a tabela:

Tabela 05: Nível de Tratamento que compõem a ETE

Nível de Tratamento	Processos
Preliminar	Gradeamento, peneira, caixa de areia, caixa de gordura.
Primário	Sedimentação (simples ou com polieletrólito), Flotação (simples ou com ar dissolvido), precipitação química, sistema conjugados tanques 'imhoff'
Secundário	Filtros biológicos (convencional ou com meio plástico), lodos ativados, oxidação, lagoas de estabilização, lagoas aeradas, filtração.
Terciário ou Avançados	Desinfecção (cloração ou U. V.) Ozonização, filtração, adsorção, eletrodialise, osmose reversa, troca iônica, remoção de nutrientes (N e P)
Tratamento do Lodo	Espessamento, digestão (aeróbia e anaeróbia), centrifugação, filtração, condicionamento (químico e térmico) incineração, oxidação, compostagem, etc.

Fonte: SEBRAE, 1997.

### 3.2. Níveis de Tratamento

Usualmente, consideram-se os seguintes níveis para o tratamento dos esgotos:

#### 3.2.1. Preliminar

Objetiva a remoção dos sólidos grosseiros com a utilização de grades de retenção.

Principais finalidades da remoção dos sólidos grosseiros:

- Proteção de unidades de tratamento subsequentes
- Proteção das bombas e tubulações que fazem o transporte do esgoto
- Aspectos estéticos do corpo receptor

### 3.2.2. Primário

Visa a remoção de sólidos, através de mecanismos físicos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, com remoção através de mecanismos físicos dos poluentes.

Os esgotos, após passarem pelas unidades de tratamento preliminar, contém ainda os sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação. Com a remoção de uma grande parcela dos sólidos em suspensão, remove-se também parte da matéria orgânica. Existem dois tipos de decantadores primários, os circulares e os retangulares. Os esgotos fluem vagarosamente pelos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, possuindo uma densidade maior do que a do líquido, sedimentem gradualmente no fundo, gerando uma massa de sólidos denominada lodo primário bruto.

Os materiais flutuantes, tais como óleos e graxas são removidos na superfície. Existe também o tratamento dos esgotos em nível primário, através de fossas sépticas, onde os sólidos sedimentares são removidos para o fundo, permanecendo um tempo longo (alguns meses), suficiente para a sua estabilização. Este tratamento é bastante utilizado na zona rural. O dimensionamento da fossa séptica está contemplado pela Norma Brasileira \_ NBR - 7229. O lodo que se acumula no fundo da fossa séptica é removido num intervalo de 6 meses a 1 ano, já saindo estabilizado porém contaminado por patogênicos. ( VON SPERLING, 1996)

### 3.2.3. Secundário

Objetiva principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo), predominando os mecanismos biológicos.

O tratamento secundário pressupõe uma etapa de remoção biológica dos poluentes. Sendo o único capaz de produzir um efluente de acordo com o padrão de lançamento da legislação ambiental. Este tratamento tenta reproduzir os fenômenos naturais de estabilização da matéria orgânica, que ocorre no corpo receptor. A vantagem é que o processo é feito mais rapidamente (ocupando menos espaços) e em condições controladas. O tratamento secundário geralmente inclui unidades para o tratamento preliminar, mas podem ou não incluir as unidades para tratamento primário. Os processos de tratamento de esgotos a nível secundário podem ser divididos em:

I – Sistema Simplificado (sem mecanização) que podem ser:

- Lagoa de Estabilização;
- Disposição no Solo;
- Reatores Anaeróbicos;

a) Lagoa de Estabilização (sem aeração)

As principais variantes destas lagoas são as denominadas lagoas facultativas. Estas são construídas de forma simples, com diques de terra. Os esgotos entram em uma extremidade e saem na extremidade oposta. A matéria orgânica, na forma de sólidos em suspensão, vai para o fundo da lagoa, onde forma uma camada de lodo, que vai, aos poucos, sendo estabilizada através das bactérias presentes. Na parte superior da lagoa ocorre a estabilização, através de bactérias, da matéria orgânica que não sedimenta. O oxigênio necessário para a respiração das bactérias é fornecido por algas, que fazem a fotossíntese.

Segundo (MAIA, 1992) para as algas crescerem é necessária uma insolação suficiente. Os sistemas de lagoas requerem grandes áreas superficiais, muitas vezes não disponíveis na localidade. Há portanto, necessidade de se buscar soluções que possam trazer uma redução da área total requerida. Uma outra variante do sistema de lagoas é o de lagoas anaeróbicas seguidas por lagoas facultativas. Nas primeiras lagoas, de pequenas dimensões, predominam as reações anaeróbicas, as quais ocorrem na ausência de oxigênio. Com a remoção em torno de 50 a 60% da matéria orgânica nas lagoas anaeróbicas, as lagoas facultativas que seguem podem ser bem menores. A área total ocupada é em torno de 2/3 da área ocupada por uma lagoa facultativa única. O sistema de lagoas é também eficiente na remoção de patogênicos.

b) Disposição no Solo

Os esgotos são aplicados ao solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte pode infiltrar pelo solo, e parte é absorvida pelas plantas. Em alguns processos, a infiltração no solo é elevada, e não há efluente. Em outros processos, a infiltração é baixa, saindo esgotos (tratados) na extremidade oposta do terreno. Os esgotos podem ser aplicados ao solo por meio de aspersores, valas,

canais, alagamento e outros. Os sistemas de disposição no solo requerem áreas superficiais bastante elevadas. (MENDONÇA 1987)

### c) Reatores Anaeróbicos

O tratamento anaeróbico é efetuado por bactérias que não necessitam de oxigênio para a sua respiração. Há dois tipos bastante comuns em nosso meio: O filtro anaeróbico e o reator anaeróbico de manta de lodo. Ambos os processos requerem pouca área para a sua implantação.

- Filtro Anaeróbico – a matéria orgânica é estabilizada por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) em um tanque. O tanque trabalha afogado, e o fluxo do líquido é de baixo para cima. O sistema requer decantação primária (freqüentemente fossas sépticas). (MENDONÇA 1987)

- Reator anaeróbico de manta de lodo – a matéria orgânica é estabilizada por bactérias

- Dispersas no tanque. O fluxo do líquido é de baixo para cima. A parte superior do tanque é dividida em zonas de sedimentação e zonas de coleta de gás. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária, mas usualmente necessita de uma unidade de pós- tratamento.

### II – Sistemas Mecanizados podem ser:

- Lagoas de Estabilização com aeração;
- Filtros Bilógicos
- Lodos Ativados;

### a) Lagoas de Estabilização Aeradas

Os mecanismos de remoção da matéria orgânica são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por equipamento mecânicos, denominados aeradores. Em alguns tipos de lagoas aeradas (lagoas aeradas facultativas), os sólidos dos esgotos e as bactérias permanecem em suspensão, necessitando ser removidos em uma lagoa de decantação posterior. Os sistemas de lagoas aeradas requerem menos área do que os

sistemas naturais, mas mais área do que os demais sistemas mecanizados. (MENDONÇA 1987).

Vantagens:

- Construção, operação e manutenção relativamente simples;
- Requisitos de área inferiores aos sistemas de lagoas sem aeração;
- Maior independência das condições atmosféricas que os sistemas de lagoas sem aeração;
- Eficiência na remoção da DBO ligeiramente superior à das lagoas sem aeração;
- Satisfatória resistência a variações de carga;
- Reduzidas possibilidades de maus odores

Desvantagens:

- Introdução de equipamentos;
- Ligeiro aumento no nível de sofisticação;
- Requisitos de área ainda elevados;
- Requisitos de energia relativamente elevados;
- Necessidade de remoção contínua ou periódica (2 a 5 anos) do lodo, no caso de lagoas de decantação;

#### b) Filtros Biológicos

A matéria orgânica é estabilizada por bactérias que crescem aderidas a um meio suporte (comumente pedras, mas também podem ser usados meio sintéticos). O esgoto é aplicado na superfície do tanque através de distribuidores rotativos. O líquido percola pelo tanque, saindo pelo fundo, ao passo que a matéria orgânica fica retida pelas bactérias. Os espaços livres entre as pedras são vazios, o que permite a circulação de ar. O sistema necessita de decantação primária. Em algumas variantes do sistema, o líquido efluente do decantador final (decantador secundário) é recirculado para os filtros. Os filtros biológicos requerem uma área inferior à das lagoas mecanizadas. (MENDONÇA 1987)

#### Vantagens:

- Elevada eficiência na remoção de DBO;
- Requisitos de área relativamente baixos;
- Mais simples conceitualmente do que lodos ativados;
- Índice de mecanização relativamente baixo;
- Equipamentos mecânicos simples;
- Estabilização do lodo no próprio filtro no caso de filtros de baixa carga)

#### Desvantagens:

- Menor flexibilidade operacional que lodos ativados;
- Elevados custos de implantação;
- Relativa dependência de temperatura do ar;
- Relativamente sensível a descargas tóxicas;
- Necessidade o tratamento do lodo e da sua disposição final;
- Possíveis problemas com moscas (filtros de baixa carga);
- Elevadas perdas de carga;

#### c) Lodos Ativados

A matéria orgânica é removida por bactérias que crescem dispersas em um tanque (tanque de aeração). A biomassa (bactérias) do tanque de aeração sedimenta em um decantador final (decantador secundário), permitindo que o efluente saia clarificado para o corpo receptor. O lodo que se sedimenta no fundo do decantador secundário é retornado, por bombeamento, ao tanque de aeração, aumentando a eficiência do sistema. O fornecimento de oxigênio é feito artificialmente, por aeradores mecânicos superficiais, ou por tubulações de ar no fundo do tanque. Algumas variantes do processo requerem ou não decantadores primários. Alguns sistemas de lodos ativados operam continuamente, enquanto outros operam de forma intermitente. Os sistemas de lodos ativados requerem reduzidas áreas para sua implantação. (MENDONÇA 1987)

#### Vantagens:

- Elevada eficiência na remoção de DBO;

- Possibilidade de remoção biológica de nutrientes;
- Baixos requisitos de área;
- Processo confiável, desde que supervisionado;
- Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes;

Desvantagens:

- Elevados custos de implantação e operação;
- Elevado consumo de energia;
- Necessidade de operação sofisticada;
- Elevado índice de mecanização;
- Necessidade de tratamento de lodo e da sua disposição final;
- Possíveis problemas ambientais com ruídos e aerossóis;

### 3.2.4. Terciário

Objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. Este tratamento é bastante raro no Brasil.

Quadro 06- características dos Níveis de Tratamento de Esgotos

Item	Nível (1)		
	Preliminar	Primário	Secundário
Poluentes Removidos	Sólidos grosseiros	Sólidos sedimentáveis, matéria orgânica sedimentável	Sólidos não sedimentáveis, matéria orgânica não sedimentável, eventualmente nutrientes
Eficiência de Remoção	-	Sólidos em suspensão: 60 - 70%, matéria orgânica: 30 - 40%, patogênicos: 30 - 40%	Matéria orgânica: 60 a 99%, patogênicos: 60 a 99% (3)

Tipo de Tratamento Predominante	Físico	Físico	Biológico
Cumpre o padrão de lançamento? (2)	Não	Não	Usualmente sim
Aplicação	Montante elevatória, inicial de tratamento	de etapa de tratamento mais completo	Tratamento parcial, etapa intermediária de tratamento mais completo (para matéria orgânica)

Fonte: SEBRAE, 1997.

### 3.3. Etapas de Tratamento – Sistema de Lodos ativados

Quando o esgoto chega à Estação de Tratamento, ele passa por várias etapas visando o seu tratamento para ser lançado no corpo receptor. a matéria orgânica é estabilizada por bactérias.

#### 3.3.1. Gradeamento

Tem como função principal a retenção de sólidos grosseiros, tais como: galhos, papéis, pedregulhos, etc; através de um sistema composto por grades inclinadas que retém estes sólidos. A remoção dos sólidos é feita manualmente e os resíduos são encaminhados ao aterro.

#### 3.3.2. Desarenação

É formada por canais longitudinais, também chamadas “caixas de areia” onde o esgoto transita em baixa velocidade, facilitando a precipitação da areia e outras partículas.

#### 3.3.3. Medidor de Vazão

Mede a quantidade variável de esgoto que chega em horários diferentes à estação de tratamento (ETE).

#### 3.3.4. Tanque de Equalização

É um equipamento que tem a função de homogeneizar o efluente, além de garantir um volume de esgoto a ser tratado com fluxo constante, dia e noite. Esta unidade possui um aerador para não permitir a sedimentação dos sólidos, além de manter o efluente aerado.

#### 3.3.5. Tanque de Aeração (lodos ativados)

É a unidade mais importante da ETE. Os aeradores infetarão ar no esgoto, gerando condições para que os organismos se alimentem de matéria orgânica. Nesta etapa é importante o controle do pH, temperatura, oxigênio dissolvido e da quantidade de sólidos para que a digestão seja mais eficiente. O processo de Lodos Ativados, pode reduzir a DBO em até 95%. (MENDONÇA 1987)

#### 3.3.6. Decantador Secundário

O efluente é conduzido aos decantadores, onde a biomassa ou lodo resultante, serão sedimentados

#### 3.3.7. Recirculação

O lodo sedimentado nos decantadores serão encaminhados por meio de tubulações e bombas de volta aos tanques de aeração, para acelerar o tratamento.

#### 3.3.8. Digestor

O lodo excedente dos decantadores serão encaminhados ao digestor, onde o processo do tratamento será concluído com a separação dos líquidos e dos sólidos decantados.

#### 3.3.9. Filtro / Prensa

O lodo decantado no digestor, será desidratado no filtro – prensa e o produto mineralizado final, denominado de “torta”, vai ser transportado para o aterro sanitário

### 3.3.10. Corpo Receptor

O efluente tratado é lançado no corpo receptor ( final do processo).

### 3.3.11. Laboratório de Controle

Todas as estações de tratamento de esgotos devem possuir uma unidade paralela (laboratório), com a finalidade de controlar a qualidade do tratamento na ETE, através do monitoramento das características físico- químicas e microbilógicas.

#### 4. CONCLUSÃO

Este trabalho abordou o desenvolvimento Industrial e Ambiental da Indústria de Laticínios, analisando o processo, a geração de resíduos e efluentes e as possíveis soluções sustentáveis levando também em consideração o tratamento dos efluentes líquidos na ETE – Estação de Tratamento de Esgotos.

O efluente Industrial de Laticínios é considerado altamente poluente devido ao fato de seu efluente ser basicamente orgânico e sua descarga sem tratamento no corpo Hídrico receptor pode ocasionar eutrofização do mesmo prejudicando a flora e fauna aquáticas. Há também a geração de resíduos e efluentes atmosférico aos quais deve ser dada a devida importância ambiental.

É possível utilizar a tecnologia a favor do desenvolvimento e da preservação do meio ambiente aliada à uma Política de Gestão Ambiental efetiva reduzindo a geração de resíduos e efluentes na fonte, reutilizando-os quando possível.

As tecnologias disponíveis para o Tratamento biológico do Efluente líquido da Indústria de Laticínio mostram-se adequadas aos parâmetros estabelecidos pela legislação e são uma solução ambiental indispensável.

É necessário que os profissionais da área de meio ambiente e especialistas industriais, não só de Laticínios ou indústria alimentícia mas em todos os setores de serviço e produtivos tenham conhecimento de novas tecnologias e possam tranquilamente instalar e adaptar políticas ambientais corretas nas pequenas e grandes empresas para que estas mantenham um compromisso de melhoria contínua e qualidade de vida com a sociedade buscando assim o tão sonhado equilíbrio ambiental, tecnológico ou desenvolvimento sustentável.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. O Bom Negócio da Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002. p. 101-121.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. NBR ISO 14.0001 – Sistemas de gestão ambiental: Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 1996.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. NBR ISO 14.0004 – Sistemas de gestão ambiental: Especificação e diretrizes para o uso. Rio de Janeiro, 1996.
- BERTOL, T. M; GOMES, J. D e SILVA, E.D. Soro de leite integral na alimentação de Suínos em crescimento e terminação. Ver. Soc. Bras.Zoof.,1993.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos. Águas de chuva. Engenharia das águas Pluviais nas cidades. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1984.
- BRAGA, Benedito et.al. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CAPRIMA, Associação dos Criadores de Cabras Leiteiras da Zona da Mata de Minas Gerais. 2004.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. Qual a vantagem de se adotar Produção mais Limpa. Rio Grande do Sul: CNTL, 1998.
- CETESB. Caracterização e origem dos despejos líquidos de indústria de laticínios – Sistema Tradicional de Tratamento e Disposição.
- LIMA, L.M.Q. Tratamento de lixo. São Paulo: Helmut,1988

- MACHADO, R.M. Get al. Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínio. Minas Ambiente. Segrac, 2002. Belo Horizonte.
- MAIA – Manual de avaliação de impactos ambientais. Curitiba: Surehma/GTZ, 1992.
- MENDONÇA, Sérgio Rolim. Tópicos avançados em sistemas de esgotos sanitários. Rio de Janeiro : Associação Brasileira de Engenharia sanitária e ambiental – ABES / Companhia de água e esgoto da Paraíba – CAGEPA, 1987.
- 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, p. 123. Tese (Doutorado em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- PHILIPPI, Arlindo Jr. Saneamento, saúde e ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Ed Manole. São Paulo, 2005
- PEREIRA, M. F.; CUNHA, M. S. da; PEREIRA, L. F. Tecnologias limpas : uma postura empresarial. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (1997: Gramado) Anais ... São Paulo : ENEP, 1997. 1 CD ROM.
- RICHARDS, N.S.P.S. Emprego racional do soro láctico. Indústria de Laticínios, 1997.
- SEBRAE/MG. Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1997.
- TEIXEIRA, Júlio César. Fundamentos de Segurança no Trabalho. 9ª ed. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2002
- TUR, Ana Rita Galhardo. Noções de tratamento de efluentes. Escola Senai de Santo Amaro – Centro Nacional de Tecnologia em Cerâmica, Plásticos e Química, 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Tecnologias Limpas. Desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologias Limpas, 2000-2002. Apresenta Informações sobre Tecnologias Limpas. Disponível em <<http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos/materia.asp>>. Acesso em 10 nov. 2002.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1996.