

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL –
MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

Liége Schneider Boaro

**DIAGNÓSTICO DO USO DAS ÁGUAS EM UNIDADE DE LATICÍNIOS VISANDO
PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Santa Cruz do Sul, Janeiro de 2008.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Liége Schneider Boaro

DIAGNÓSTICO DO USO DAS ÁGUAS EM UNIDADE DE LATICÍNIOS VISANDO
PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ênio Leandro Machado

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Lourdes Teresinha Kist

Santa Cruz do Sul, Janeiro de 2008.

Liége Schneider Boaro

**DIAGNÓSTICO DO USO DAS ÁGUAS EM UNIDADE DE LATICÍNIOS VISANDO
PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Esta Dissertação foi submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Dr. Celso Camilo Moro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Dr. Luciano Dornelles

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Dr^a. Lourdes Teresinha Kist

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Co-orientadora

Dr. Ênio Leandro Machado

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Orientador

Ao meu querido filho Lucas,
Ao meu marido Juliano,
companheiro de obstáculos
em vitórias e derrotas,
alegrias e tristezas.
Aos meus pais, Iara e Nélio.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. *Ênio Leandro Machado* pelo ensino, dedicação e orientação deste trabalho.

À profa. Dra. *Lourdes Teresinha Kist* pelo incentivo, prestatividade e colaboração.

À *Lacmax* pelo fornecimento das condições necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!!

RESUMO

As agroindústrias representam um dos segmentos mais importantes de agregação econômica das atividades produtivas do Brasil. Neste contexto está a indústria de laticínios, associando operações de intenso uso de água para processamento do leite, especialmente na limpeza de unidades, equipamentos e utensílios. Impactos ambientais comuns na gestão do uso das águas em uma indústria de laticínios envolvem consumo de oxigênio dissolvido (IDOD), potencial eutrofizante (IE); consumo de energia (ICE) entre outros. Desta forma a sustentabilidade ambiental e econômica desta atividade também passa pela implementação de ações de P + L e a tradicional análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) Neste trabalho foram realizados estudos de diagnóstico ambiental com foco na gestão do uso das águas e prognósticos visando o estabelecimento de medidas potenciais de P + L em indústria de laticínios situada no Vale do Taquari. As avaliações de diagnóstico evidenciaram um índice de pressão ambiental (IPA) de 20,57, com cargas de impactos mais representativas para a eutrofização e consumo de oxigênio dissolvido. Medidas de P + L do nível 2 foram identificadas e estabelecidas como procedimentos de melhoria para adoção em um prazo de até 2 anos.

ABSTRACT

Agroindustries represent one of the most important segments of economical aggregation of Brazilian productive activities. In that context is the dairy industry, associating intense water-spent operations for the milk processing, especially on unit, equipment and tool's cleaning. Common environmental impacts on water usage management in a dairy industry involve dissolved oxygen consumption (IDOD), eutrophising potential (IE) and energy consumption (ICE), among others. This way, the environmental and economical sustainability of this activity also undergoes implementation of P + L actions and the traditional APPCC. In this work, environmental diagnosis studies were conducted focusing on water usage management. Also, prognostics seeking the establishment of potential measures of P + L in a dairy industry located in Vale do Taquari were carried out. The diagnosis evaluations proved an environmental pressure rate (IPA) of 20.57, with more considerable impact charges for eutrophication and dissolved oxygen consumption. Level 2 P + L measures were identified and established as procedures for improvement to be adopted in 2 years' time.

Lista de Figuras

Figura 1.	Diagramação da localização dos pontos de coleta na área produtiva da empresa estudada: (A) Recepção; (B) Entrada da Caixa Separadora de Gordura; (C) Entrada das lagoas aeróbias; (D) Saída das lagoas aeróbias	30
Figura 2.	Fluxograma geral de produção da indústria de laticínios estudada.....	35
Figura 3.	Fluxograma das etapas da ETE da empresa estudada	38
Figura 4.	Balanço material para produção de bebida láctea na indústria estudada (RRNE ou RNRE = Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).....	43
Figura 5.	Balanço material para produção de creme de leite na indústria estudada (RRNE ou RNRE = Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente)	44
Figura 6.	Balanço material para produção de ricota na indústria estudada (RRNE ou RNRE= Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).....	45
Figura 7.	Balanço material para produção de queijo na indústria estudada (RRNE ou RNRE = Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente)	46

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa.	22
Tabela 2.	Caracterização do efluente bruto na recepção.....	39
Tabela 3.	Caracterização do efluente em vários pontos do tratamento no dia 27/09/2007	39
Tabela 4.	Caracterização do efluente em vários pontos do tratamento no dia 13/11/2007	40
Tabela 5.	Índices de Impactos ambientais no uso das águas para indústria de laticínios estudada	41
Tabela 6.	Indicadores dos fluxos de ecoeficiência dos fluxos de massa.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Análise de ciclo de vida de produtos
APPCC	Análise de perigos e pontos críticos de controle
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio incubada por 5 dias
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
IDOD	Índice de consumo de oxigênio dissolvido
ICE	Índice de consumo de energia
IE	Índice de eutrofização
IEFM	Índice de ecoeficiência da fluxo de massa
IPA	Índice de pressão ambiental
P+L	Produção mais limpa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Impactos ambientais associados a industria de laticínios efluentes.....	14
2.2	Histórico de produção mais limpa no Brasil	14
2.3	O contexto da produção mais limpa.....	15
2.4	Metodologias de gestão ambiental com enfoque em prevenção de poluição e minimização de resíduos	18
2.4.1	Prevenção de Poluição/Produção Mais Limpa	18
2.5	Prevenção da Poluição/Produção Mais Limpa x Tecnologias Fim de Tubo: Aspectos Conceituais	19
2.6	Contexto da análise do ciclo de vida de produtos	22
2.7	Indicadores Ambientais	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	Diagnóstico Ambiental	29
3.1.1	Diagramação dos processos produtivos e caracterizações analíticas ...	29
3.1.2	Determinações qualitativas e quantitativas de indicadores ambientais...	30
3.1.2.1	Matriz de Leopold.....	30
3.1.2.2	Índices de impacto ambiental.....	31
3.1.2.3	Indicadores de ecoeficiência do fluxo de massa.....	31
3.2	Prognóstico ambiental visando P+L	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Perfil produtivo da indústria estudada	32
4.2	Descrição do processo produtivo.....	35
4.3	Geração de resíduos.....	35
4.4	Estação de tratamento de efluentes.....	37
4.5	Caracterização dos efluentes produzidos na indústria estudada.....	38
4.6	Matriz de impactos ambientais e indicadores de ecoeficiência.....	41
4.6.1	Impactos qualitativos.....	41
4.6.2	Indicadores de ecoeficiência de fluxo material	43
4.7	Minimização e prevenção	47
4.8	Diagnóstico do impacto ambiental.....	48

4.8.1	Medidas de gestão e controle ambiental.....	48
4.8.2	Alternativas para o gerenciamento de resíduos sólidos.....	49
4.8.3	Alternativas para o gerenciamento de efluentes líquidos	49
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo de toda indústria é o lucro e, para isso, diminui-se ao máximo as perdas e os custos durante o processo. No passado não havia uma preocupação com a geração de resíduos; todo lixo industrial produzido era descartado no meio ambiente. Com o surgimento da legislação ambiental houve uma modificação no comportamento das indústrias. O pensamento corretivo foi utilizado por muitos anos com a finalidade de apenas atender à legislação vigente, mas ainda não havia preocupação com o meio ambiente.

A exposição do mercado à competitividade globalizada observada nos últimos anos fez com que a necessidade de se produzir de forma eficiente e eficaz se tornasse, em muitos casos, sinônimo de sobrevivência ou permanência no negócio. Uma exigência adicional que se lança nesse cenário de economia globalizada está relacionada diretamente com o sistema de produção, que deve ser estruturado de forma tal que resulte em menor risco ambiental.

Através do sistema de Produção mais Limpa (P+L) é possível observar a maneira como um processo de produção está sendo realizado e detectar em quais etapas desse processo as matérias-primas estão sendo desperdiçadas, o que permite melhorar o seu aproveitamento e diminuir ou impedir a geração de resíduos e minimizar o risco ambiental. Isto faz com que produzir de forma mais limpa seja, basicamente, uma ação econômica e lucrativa, um instrumento importante para conquistar o Desenvolvimento Sustentável e manter-se compatível com a Legislação Ambiental vigente.

O Estado de Rio Grande do Sul é constituído de um grande número de laticínios de pequeno e médio porte, em especial a região do Vale do Taquari, cuja contribuição material em termos de poluição de águas receptoras é significativa, pois descartam grandes quantidades de águas residuárias com elevadas concentrações de nutrientes e material orgânico.

É inegável a necessidade do conhecimento e aprimoramento das políticas de proteção ambiental e o seu potencial para modificar a realidade. Sendo assim, torna-se necessário estudar os impactos ambientais da indústria de beneficiamento de leite.

Busca-se então a aplicação de sistemas e ferramentas da qualidade nas indústrias de laticínios, a fim de que o controle da qualidade seja visualizado de maneira mais ampla e confiável, assim, este estudo pretende contribuir para ampliar o conhecimento, especificamente dentro da perspectiva de disseminação de estratégia de P+L para indústria de beneficiamento de leite.

A presente dissertação tem como objetivo a elaboração de propostas de implantação de P+L em indústrias de laticínios visando a redução de gastos energéticos, principalmente do uso da água, já que o presente trabalho objetiva a melhoria de indicadores de ecoeficiência relacionados à água, assim como o aumento de produtividade e reaproveitamento de materiais buscando sustentabilidade com modificações nos padrões de consumo de uso da água.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Impactos ambientais associados à indústria de laticínios

A indústria de laticínios gera efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas passíveis de impactar no meio ambiente. Os efluentes líquidos industriais são despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, que contêm leite e produtos do leite, detergentes, produtos de limpeza, desinfetantes, areia, lubrificantes, açúcar, essências e condimentos diversos que são diluídos nas águas de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria (MACHADO et al. 2002).

Os resíduos sólidos gerados na indústria de produtos lácteos são provenientes do setor administrativo, higiene pessoal e da planta de processamento. No setor administrativo e de higiene pessoal, normalmente, é gerado o chamado lixo comercial que abrange: papéis, plásticos, embalagens, papel-toalha e papel higiênico.

Na planta de processamento os resíduos sólidos são originados da perda de matéria-prima, perda de produto acabado, sobras de embalagens, embalagens defeituosas, produtos devolvidos (com prazos vencidos) e cinzas de caldeiras. As emissões atmosféricas geradas na indústria leiteira são provenientes principalmente da fumaça gerada na queima de lenha para aquecimento da caldeira, porém, pode provir também da queima de combustíveis dos caminhões que transportam a matéria-prima e o produto já industrializado.

2.2 Histórico de produção mais limpa no Brasil

Resgatando um pouco do histórico da Produção mais Limpa no Brasil, em 1992 ocorreu a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio-92 – onde o foco, segundo o *Greenpeace*, foi erroneamente voltado para discussão sobre tecnologias limpas, apresentando estas como solução para os problemas ambientais, estimulando muito mais o aspecto mercadológico do

que o de discussão propriamente dita dos danos ambientais e sociais causados por tecnologias e práticas inadequadas adotadas em todo o mundo (Pio, 2000).

Em 1995 o SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Departamento Regional do Rio Grande do Sul foi escolhido pela *UNIDO* e *UNEP*, para sediar o Centro Nacional de Tecnologias Limpas, atuando como agente disseminador das técnicas de Produção mais Limpa através da Confederação Nacional das Indústrias – CNI.

Em 1997 realizou-se a Conferência Latino-Americana para o Desenvolvimento Sustentável e Competitividade, onde o Presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso, deu um depoimento estimulando as empresas a aderirem a programas de Produção mais Limpa como alternativa de aumento de competitividade e sustentabilidade.

Em outubro de 1998 realizou-se a “Conferência das Américas sobre Produção Limpa” onde foi assinada a Carta de São Paulo, pelos governos: EUA, Chile, Brasil, Costa Rica e Jamaica. Esta conferência instituiu como primeira recomendação a considerar Produção mais Limpa/Prevenção da Poluição (P+L/P2) como um princípio norteador para a política e legislação ambiental em nível de governo federal, estadual e municipal, bem como para o planejamento estratégico das empresas e organizações não governamentais (PIO, 2000).

A partir de 1998 também começou a crescer a Rede Brasileira de Produção mais Limpa com o objetivo de repensar a relação entre o processo produtivo e meio ambiente, dentro da ótica do aumento da ecoeficiência e da produtividade. Faz parte da estratégia utilizada pela Rede, promover a internalização de conceitos e práticas de P+L, a partir da realização de cursos de capacitação, consultorias às empresas, fóruns, seminários e outras atividades.

Recentemente, em 2006, foi instituído o Fórum Gaúcho de Produção Mais Limpa e respectivo Comitê Gestor; considerando que a partir do Seminário de Sensibilização para a Criação do Fórum Gaúcho de P+L, realizado em junho de 2006, a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) organizou um grupo de trabalho com representantes indicados por diversas instituições da Sociedade Civil Organizada do RS.

2.3 O contexto da produção mais limpa

A intensificação dos processos produtivos, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, teve como consequência uma série de problemas ambientais que afetaram a qualidade de vida na Terra. O momento atual exige um repensar na reestruturação de nações, na criação de blocos regionais, na organização de mercados e na criação de requisitos ambientais que sejam cumpridos por todos e em favor de todos (PIO, 2000).

Segundo Goldenberg (2000), as perspectivas futuras para o mundo, num horizonte de 20 a 30 anos, no que se refere às condições ambientais, indicam que deverá ocorrer:

- estabilização do crescimento populacional;
- melhoria da qualidade do ar;
- redução do consumo de cereais;
- controle do consumo de vidro, papel, alumínio;
- uso de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente;
- uso de plásticos biodegradáveis.

O grande fator impeditivo apresentado para que isto efetivamente ocorra é a dificuldade que os políticos, responsáveis por definir diretrizes, têm de ter uma visão holística dos problemas ambientais estabelecendo uma rede de interação que permita perceber, por exemplo, que o crescimento econômico não pode ser definido de maneira puramente quantitativa com o aumento de produção, mas sim qualitativamente, com o aumento de bem-estar humano (CAPRA, 2000).

Segundo o Worldwatch Institute, as economias não serão suportáveis por muito tempo a menos que o ambiente natural que as sustenta o seja. No entanto, para que o ambiente se suporte é preciso promover uma relação mútua entre ambientalismo e crescimento econômico, propiciando o desenvolvimento sustentável, obtido a partir de uma redução dos impactos ambientais decorrentes principalmente de atividades produtivas (CAPRA, 2000).

Quando analisamos as interrelações entre o conceito de desenvolvimento sustentável, baseado no crescimento sem comprometimento das necessidades das futuras gerações e o processo de gestão ambiental, envolvendo um conjunto de ações visando melhoria do desempenho ambiental, verificamos que a transformação dos bens comuns globais (*global commons*), constitui a manifestação mais recente e talvez mais incontornável das questões contemporâneas dos limites do crescimento. As alterações verificadas na atmosfera e biosfera são o resultado cumulativo de

padrões globais de industrialização impostos por modelos ultrapassados de gestão ambiental (SADLER, 1994).

Estas tendências têm reflexos em termos da liderança ambiental em nível nacional e local e podem ser encaradas como constituindo uma condenação das abordagens convencionais. Desta forma, a primeira abordagem reativa de “fim de tubo” adotada no controle da poluição, que apoiou as AIA - Avaliações de Impacto Ambiental e a avaliação dos projetos de grande investimento de capital, tornou-se impotente para lidar com problemas globais e regionais de segunda e terceira geração, resultantes de alterações cumulativas.

A mudança para a sustentabilidade baseada nos três pilares da ecoeficiência: ambiental, econômica e social, para que uma empresa ou um processo seja válido ou ambientalmente compatível, economicamente rentável e socialmente justo, implica na adoção de modelos de gestão que identifiquem as causas para evitar a geração de resíduos, reduzindo os impactos provocados por estes no meio ambiente, possibilitando a definição de alternativas que sejam viáveis economicamente e que contribuam efetivamente para a melhoria da qualidade de vida na Terra (SADLER, 1994).

Os modelos de gestão propostos atualmente pelos países desenvolvidos como estratégia para substituir a abordagem de gestão ambiental de “Fim de tubo” que utilizam as tecnologias de tratamento/disposição de resíduos, com a finalidade de contribuir para estimular a competitividade sustentável nas empresas, baseiam-se fundamentalmente no princípio de Prevenção da Poluição.

Estes modelos derrubam o velho paradigma de que resíduos são subprodutos inevitáveis da produção, sendo, portanto inerente a todo processo produtivo para assumir o novo paradigma de que gerar resíduos representa uma ineficiência do processo produtivo, pois isto significa a transformação de matérias-primas/insumos, com alto valor agregado, em produtos de baixo ou nenhum valor que podem ainda, adicionar mais custos ao processo produtivo, quando são tratados/dispostos devidamente (GARDNER, 2001).

Estes modelos de gestão pressupõem a transparência e abertura das informações pelas empresas e organizações do setor público, num estímulo a prática de *benchmarking* e a publicação de relatórios com o objetivo de contribuir para a elevação dos padrões ambientais (KIPERSTOK et al. 2001).

2.4 Metodologias de gestão ambiental com enfoque em prevenção de poluição e minimização de resíduos

2.4.1 Prevenção de Poluição/Produção Mais Limpa

A adoção de metodologias de Prevenção de Poluição vem sendo proposta como estratégia eficaz para evitar os desperdícios de matérias-primas e energia, convertidos em resíduos sólidos, líquidos e gasosos, responsáveis por adicionar custos aos processos produtivos e gerar problemas ambientais.

Atualmente é possível encontrar várias metodologias, promovidas no mundo por entidades internacionais:

- *PPP* ou *P3* – *Pollution Prevention Pays* (desenvolvida pela *EPA* – *Environmental Protection Agency*, *EPA*, 1999);
- *P+L* ou *CP* – *Produção mais Limpa* ou *Cleaner Production* (desenvolvida pela *UNIDO* – *United Nations for Industrial Development*, e *UNEP* – *United Nations Environmental Program*, 1994);
- *Ecoeficiência* (desenvolvida pelo *WBCSD* – *World Business Council for Sustainable Development*) (*Signals of Change*, 1995).

O *IISD* - *International Institute for Sustainable Development*, sintetiza estas metodologias, renomeando-as sob o título de “Linhas Mestras da Implementação de Tecnologias mais Limpas”. Trata-se de um programa a ser desenvolvido em 8 etapas com foco na eliminação de substâncias potencialmente perigosas, tendo como base o Princípio da Precaução, o qual determina que o impacto causado por processos/produtos é considerado um fato, mesmo quando este não foi comprovado (KIPERSTOK et al. 2001).

A publicação do *WBCSD* intitulada *Cleaner Production and Ecoefficiency* (*WBCSD*, 1997), estabelece a perfeita complementariedade entre os conceitos de ecoeficiência, definida como uma orientação gerencial estratégica, cientificamente embasada e *Produção Limpa* ou *Produção mais Limpa* definida como conjunto de procedimentos de “chão de fábrica”, muito mais integrado ao processo.

Na literatura, é freqüente encontrar referências em relação à *Produção Limpa* (PL) como: “Tecnologias Limpas”, “Tecnologias mais Limpas”, “Produção Mais Limpa”, “Tecnologias de Baixo Desperdício”, entre outras. Também se encontra a PL ainda relacionada a conceitos e metodologias da Qualidade, como *Total Quality*

Environmental Management – TQEM, terminologia introduzida pela *Global Environmental Management Initiative – GEMI* em 1991 (PIO, 2000).

A adoção das diversas denominações dadas a estes programas, que na essência são fundamentados na abordagem de prevenção de poluição, é motivo de alguns questionamentos da comunidade técnico-científica, quanto ao real significado das terminologias dadas aos programas. Produção Limpa (PL), por exemplo, significa muito mais um desejo, do que propriamente uma realidade, já que não existem ainda processos, técnicas de gestão ou produtos inteiramente limpos.

Podemos entender que o nome Produção mais Limpa (P+L), realmente traduz melhor o objetivo a que se propõe o programa, que é o de “minimizar” o impacto ambiental provocado por processo produtivo, o que nos leva a entender que se trata de uma proposta de melhoria gradativa.

Na prática, um programa P+L representa um processo de melhoria contínua visando tornar a atividade produtiva cada vez menos danosa ao meio ambiente. Um outro aspecto a considerar ainda, é que as metodologias propostas com este objetivo não se baseiam apenas em tecnologia, englobando também a forma de gestão das empresas. As alternativas apresentadas normalmente, no âmbito de um programa P+L, para atingir os objetivos propostos, são conhecidas como “Técnicas de Produção mais Limpa”.

As técnicas de P+L consistem em uma série de medidas, que podem ser implementadas na empresa, compreendendo desde uma simples mudança de procedimento operacional até uma mudança de processo ou tecnologia. Vale salientar, no entanto, que este caráter mais abrangente das metodologias de P+L atualmente propostas, contemplando inclusive técnicas gerenciais, pode contribuir para que as empresas tendam a dar mais ênfase a estas últimas, pois normalmente representam menor custo, fazendo com que seja mais freqüente o uso de alguma engenharia adaptativa, preservando os projetos e as patentes originais, sem promover uma mudança mais efetiva no processo produtivo.

2.5 Prevenção da Poluição/Produção Mais Limpa x Tecnologias Fim-de-Tubo: Aspectos Conceituais

O Ministério do Meio-Ambiente e de Energia da Província de Ontário - Canadá definiu a Prevenção da Poluição como: “Qualquer ação que reduza ou elimine a geração de poluentes ou resíduos na fonte, realizada através de atividades

que comprovem, encorajem ou exijam mudanças nos padrões de comportamento industrial, comercial e geradores institucionais ou individuais” (SENAI, 1998 p. 07).

A prevenção da poluição inclui práticas que eliminam ou reduzem o uso de materiais (nocivos ou inofensivos), energia, água ou outros recursos, bem como privilegia aqueles procedimentos que protegem os recursos naturais através da conservação e do uso mais eficiente.

Um programa de Prevenção da Poluição industrial é dirigido a todos os tipos de resíduos e representa uma revisão abrangente e contínua das operações numa instalação, visando a minimização dos resíduos.

Para que a implementação de um programa de Prevenção de Poluição numa empresa seja eficaz, este deve:

- proteger o funcionário, a saúde pública e o meio ambiente;
- melhorar o moral e a participação dos funcionários;
- reduzir os custos operacionais;
- melhorar a imagem da empresa na comunidade;
- reduzir o risco de responsabilidade criminosa ou civil.

A definição oficial da P+L dada pela *UNIDO* tem o significado da aplicação contínua de uma estratégia preventiva, econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos (CNTL*1, 2000).

Para processos produtivos, a P+L, assim como a prevenção de poluição, inclui o uso mais eficiente das matérias-primas, insumos e energia, a redução dos materiais tóxicos e perigosos e a minimização na fonte de resíduos sólidos, efluentes e emissões.

Para produtos, a busca é pela redução dos impactos ambientais associados a estes e a estratégia adotada é baseada em dois instrumentos:

- ACV – Análise de Ciclo de Vida, instrumento de gestão que avalia o ciclo de vida completo de um produto, processo ou atividade desde a extração e processamento de matérias-primas, fabricação, transporte e distribuição, uso e o reuso, manutenção, reciclagem e disposição final (KIPERSTOK et al. 2001).
- *Ecodesign*, processo de desenhar, projetar um produto/processo de maneira que este seja menos danoso ao meio ambiente. Pode ser considerado à parte do ACV que objetiva a melhoria do produto (KIPERSTOK et al. 2001).

No nível da gestão, P+L implica em mudança de atitudes e comportamentos, de todos os envolvidos no processo, propiciando uma nova cultura empresarial, impactando diretamente na melhoria do desempenho ambiental. Podemos entender a partir das definições, que tanto a Prevenção de Poluição como a P+L, pretendem integrar os objetivos ambientais ao processo de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e toxicidade e desta maneira, reduzir custos num processo de melhoria contínua.

Numa análise mais direta, podemos assumir que a gestão convencional de resíduos questiona: O QUE SE PODE FAZER COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS, EFLUENTES E AS EMISSÕES EXISTENTES?

Enquanto que, a P+L, proteção ambiental integrada à produção, pergunta: DE ONDE VEM NOSSOS RESÍDUOS SÓLIDOS, EFLUENTES E EMISSÕES E POR QUE AFINAL, SE TRANSFORMARAM EM RESÍDUOS?

Portanto, podemos concluir que a diferença essencial entre a gestão convencional de resíduos focada em fim-de-tubo e P+L está no fato de que esta não trata simplesmente dos sintomas, mas tenta atingir a raiz do problema.

Uma característica adicional que pode ser salientada é que P+L propõe uma visão integrada da empresa. Isto significa dizer que matérias-primas, energia, produtos, resíduos sólidos e emissões estão intimamente interligados com água, ar, solo, via processo de produção, não obstante o fato de estes fatores serem legalmente independentes.

Podemos considerar ainda que a Prevenção da Poluição/P+L, quando comparada às tecnologias fim-de-tubo (tratamento e/ou disposição de resíduos) apresenta várias vantagens:

- potencial para soluções econômicas na redução da quantidade de materiais e energia usados;
- indução a um processo de inovação dentro da empresa, devido a uma intensa avaliação do processo de produção, a minimização de resíduos, efluentes e emissões.

A P+L é a aplicação contínua de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, pela não geração, minimização ou reciclagem de resíduos e emissões, com benefícios ambientais de saúde ocupacional e econômicos. A abordagem das ações de fim-de-tubo é diferente daquela apresentada pela P+L. Enquanto a primeira dedica-se à solução

do problema sem questioná-lo, na última é feito um estudo direcionado para as causas da geração do resíduo e o entendimento das mesmas. As diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa são apresentadas na Tabela 1 (DA SILVA e MEDEIROS, 2006).

Tabela 1. Diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa.

TÉCNICAS DE FIM-DE-TUBO	PRODUÇÃO MAIS LIMPA
Pretende reação.	Pretende ação.
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procura evitar matérias-primas potencialmente tóxicas.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento de processos e produtos.	A proteção ambiental atua como uma parte integrante do design do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não tem a preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia.
Leva a custos adicionais.	Ajuda a reduzir custos.

Fonte: CNTL*5, 2000.

2.6 Contexto da Análise do Ciclo de Vida de Produtos

A exposição do mercado à competitividade globalizada observada nos últimos anos fez com que a necessidade de se produzir de forma eficiente e eficaz se tornasse, em muitos casos, sinônimo de sobrevivência ou permanência no negócio. Uma exigência adicional que se lança nesse cenário de economia globalizada está relacionada diretamente com o sistema de produção, que deve ser estruturado de forma tal que resulte em menor risco ambiental (EMBRAPA, 2000).

Atualmente existe uma mentalidade preventiva, que evita a geração de resíduos e, quando isto não é possível, preconiza processos de reciclagem e reuso,

retornando-os para o ciclo econômico. Desta forma, uma atuação preventiva torna os processos mais eficientes, reduzindo as perdas de matéria-prima e produto, além do consumo de insumos e, conseqüentemente, reduz a geração de resíduos e os custos com tratamento.

Partindo-se do pressuposto de que todas as atividades humanas e, conseqüentemente, os impactos ambientais delas decorrentes, estão relacionados à satisfação de determinadas necessidades, por meio de produtos e serviços, conclui-se que tais produtos e serviços devem desempenhar importante papel na regulação relativa à redução dos impactos ambientais. A Análise do Ciclo de Vida de Produtos (ACV) é uma das ferramentas indicadas para a análise de sistemas produtivos com foco ambiental.

A metodologia de ACV foi construída com base nas diversas aplicações em vários países. A Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac), por intermédio de organizações “irmãs” nos Estados Unidos e na Europa, participou ativamente do desenvolvimento e da padronização da metodologia, graças à adesão de praticantes e usuários da ACV. Atualmente, sua aceitação e difusão se devem ao fato de ser uma metodologia que pode trazer muitos benefícios quando incorporada à rotina das empresas, como ferramenta de auxílio à tomada de decisão, em atividades como compras, gestão de produtos, logística, marketing, administração, planejamento estratégico, entre outros (WEIDEMA, 1997).

É importante esclarecer que as bases dessa metodologia foram desenvolvidas nos países de clima temperado, principalmente os europeus, com foco orientado especialmente para produtos industrializados. No Brasil, praticamente não há estudos dedicados à ACV, sobretudo para produtos agrícolas.

A ACV pode ser definida como uma técnica para determinar os potenciais impactos ambientais associados a um produto, mediante a compilação de um inventário das intervenções ambientais relevantes desse produto em todo o seu ciclo de vida, desde a retirada das matérias-primas necessárias à sua produção até sua deposição final no meio ambiente, avaliando os potenciais impactos ambientais dessas intervenções. Portanto, essa técnica considera todos os processos que contribuem para o impacto ambiental de um produto final (WEIDEMA e MEEUSEN, 2000).

Segundo Olsson (1999), a meta de desenvolvimento sustentável tem sido enfatizada como uma parte importante das políticas públicas, sobretudo na Europa. Para alcançar essa meta, muitas ações diferentes têm que ser executadas, inclusive

o desenvolvimento e o uso de ferramentas ambientais para dar suporte à tomada de decisão. É nesse contexto que a ACV vem ganhando importância. O autor argumenta que, num estudo de ACV, todas as extrações de recursos naturais (matérias-primas) e as emissões para o ambiente são determinadas numa forma quantitativa, quando necessário, em todo o ciclo de vida do produto ou serviço. É com base nesses dados que os impactos ambientais potenciais sobre os recursos naturais, o meio ambiente e a saúde humana podem ser determinados.

Em síntese, a ACV é uma técnica que permite a determinação dos impactos ambientais relacionados a um produto, serviço ou atividade, ao longo do seu ciclo de vida, que visa também à identificação de pontos de melhoria do desempenho ambiental nesse ciclo.

Assim, para diversos autores, como Caldeira-Pires et al. (2002), o conceito fundamental dessa técnica é o do ciclo de vida, que surge com a conscientização de que qualquer produto, processo ou atividade produz impactos no ambiente desde o momento em que são extraídas as matérias-primas indispensáveis à sua existência até que, após sua vida útil, esse produto é devolvido à natureza.

O conceito de ACV amplia a visão sobre o processo de produção industrial, porque possibilita a melhoria do seu desempenho, tanto do ponto de vista econômico como do ambiental. Incorporar considerações ambientais como objetivo de procedimentos de otimização da atividade industrial representa o início de uma mudança de paradigma no processo industrial, tradicionalmente direcionado apenas para o foco econômico. As principais desvantagens de outras abordagens utilizadas é que elas concentram a análise dos impactos ambientais apenas no processo de produção, ou seja, não consideram outros estágios do ciclo de vida. Assim, é possível que essas abordagens indiquem uma redução dos impactos ambientais na fase de produção, ao mesmo tempo em que causam aumento desses impactos em outra parte do ciclo (AZAPAGIC e CLIFT, 1999).

Weidema (1997) relaciona os seguintes conceitos/definições sobre a ACV, de importância determinante para sua compreensão:

- a) Ambiente: meio que envolve as operações da organização (empresa, atividade) analisada;
- b) Impacto ambiental: qualquer mudança no ambiente, adversa ou benéfica, resultante de atividades ou produtos da organização;
- c) Intervenções: são os *inputs* ambientais (recursos) utilizados pelo sistema de produção; os *outputs* ambientais produzidos pelo sistema (emissões para

o ar, água e solo), bem como as relações ambientais que não estão diretamente relacionadas com os *inputs* ou *outputs*, tais como: uso do solo; impactos físicos; aspectos relativos à saúde ocupacional; bem-estar de trabalhadores; bem-estar de animais domésticos (no caso de atividades agropecuárias), entre outros;

d) Produto: é um bem físico ou serviço que cumpre uma ou mais funções definidas;

e) Sistema de produção: é o conjunto, material ou energético, de processos unitários (*unit processes*) conectados, que oferece (produz) um ou mais produtos. Num sistema de produção, um processo unitário é o menor nível para a coleta de dados.

O autor agrupa as aplicações de ACV em quatro áreas:

a) Análises não-comparativas de produtos já existentes: são relevantes para produzir relatórios ambientais de produtos, com o objetivo de melhorar o nível de informação dos consumidores ou para uma pesquisa inicial visando identificar as áreas ambientalmente mais críticas do ciclo de vida de um produto. Essas análises são baseadas em ambientes específicos (empresas ou localidades) ou em informações médias regulares;

b) Análises comparativas de produtos existentes: visam influenciar os atores envolvidos com um produto (fornecedores, produtores ou consumidores). Uma avaliação de produtos similares produzidos por diferentes fornecedores pode revelar que alguns deles podem ser superiores do ponto de vista ambiental. Uma empresa pode comparar os próprios produtos com os de seus concorrentes. A comparação pode ser usada também como estratégia de marketing ou para rotulagem ambiental;

c) Análises comparativas de produtos potenciais (desenvolvimento de produtos): nesse caso, a tarefa consiste em identificar melhorias no produto, tais como: a substituição de ingredientes, a aplicação de diferentes tecnologias no processo de produção, a redução dos resíduos na fase de distribuição, entre outras;

d) Análises estratégicas de produtos em relação à gestão ambiental: tipicamente comparam diferentes tipos de produtos, a fim de obter um quadro de como eles funcionarão na perspectiva de um objetivo ambiental de longo prazo. Isso pode ser usado para determinar as prioridades de longo prazo de uma empresa do ponto de vista ambiental, agrupar as diretrizes gerais de

desenvolvimento de produtos ou “pensar” ajustes de longo prazo no alcance do produto.

Os itens “a” e “b” são classificados como aplicações táticas, o “c” é classificado como aplicação prospectiva e o item “d” como aplicação estratégica. As diferentes aplicações exigem distintos tipos de informação. Dessa forma, é essencial estar atento para o planejamento da aplicação antes de realizá-la (WEIDEMA, 1997).

Os passos da ACV estão internacionalmente padronizados pela Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Setac – e pela International Standardization Organization – ISO. Um estudo de ACV, normalmente, realiza-se em várias fases interativas, repetindo-se algumas delas muitas vezes, à medida que as incertezas são eliminadas.

A ACV pode ser dividida em quatro fases principais: a) definição do objetivo e do âmbito (escopo) do estudo; b) inventário dos processos envolvidos, com a enumeração das entradas e saídas do sistema; c) determinação dos impactos ambientais associados às entradas e às saídas do sistema; d) interpretação dos resultados das fases de inventário e avaliação, considerando os objetivos do estudo (AZAPAGIC e CLIFT, 1995; WEIDEMA, 1997; BERLIN, 2002).

Um dos primeiros estudos de ACV aplicada à pecuária foi realizado por Cederberg e Mattsson (2000), que compararam os impactos ambientais de duas fazendas de produção de leite na Suécia – uma utilizando o sistema convencional, e a outra, o sistema orgânico. A incorporação do conceito de ciclo de vida orientou a definição dos limites do estudo que foi conduzido durante um ano agrícola (setembro de 1996 a agosto de 1997) e, segundo os autores, as maiores diferenças entre as fazendas estão incluídas. Foram consideradas as seguintes categorias de impacto:

- a) Recursos: energia, materiais e uso da terra.
- b) Saúde humana: uso de pesticidas.
- c) Efeitos ecológicos: aquecimento global, acidificação, eutrofização, formação de foto-oxidantes, redução da camada de ozônio.

Nesse estudo de Cederberg e Mattsson (2000), observou-se que sistemas agrícolas de baixas entradas, como é o caso do sistema orgânico, apresentam benefícios ambientais. Aparentemente, os maiores benefícios são a redução considerável no uso de pesticidas e fósforo. Considerando outras categorias de impacto – aquecimento global, acidificação e eutrofização, medidas de redução dos

potenciais impactos ambientais da produção de leite precisam ser adotadas em ambos os sistemas.

Berlin (2002), reconhecendo a importância do setor do leite e de outros produtos lácteos na alimentação da população da Suécia, efetuou um estudo de ACV, enfocando o processo de produção de um tipo de queijo bastante consumido (o *Hushallsost*, do tipo *semi-hard*), com o objetivo de investigar as conseqüências ambientais decorrentes da produção de queijo nesse país. As principais categorias quantitativas de impacto ambiental selecionadas foram: uso de recursos, consumo de energia, aquecimento global, acidificação e eutrofização. Os parâmetros-chave dessas categorias são: óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e suas emissões. Os resultados de cada atividade englobaram a produção, o processamento do ingrediente ou do produto e seu transporte para a próxima atividade. Nesse estudo foi demonstrado que a fase de produção de leite contribuiu para o maior impacto ambiental em todas as categorias analisadas e que a fase industrial da produção do queijo foi a segunda maior fonte de impactos.

2.7 Indicadores ambientais

As primeiras tentativas de elaboração de indicadores ambientais basearam-se na experiência particular dos especialistas tangidos pela necessidade de estabelecer ferramentas que possibilitassem a comparação temporal ou espacial da qualidade ambiental. Hoje, a estruturação de indicadores pode ser baseada em uma aproximação multinível. Como indicador de nível primário, classifica-se toda e qualquer informação medida diretamente do meio físico ou qualquer propriedade matemática ou estatística que descreva o elemento natural. Indicadores de nível secundário são aqueles derivados da consideração conjunta de dois ou mais indicadores primários. Progressivamente, pode-se estruturar indicadores terciários como agregadores de informações derivada de indicadores secundários e assim por diante (UNESCO, 1987).

Os indicadores ambientais apresentam de forma resumida um grande volume de informações ambientais em um número limitado de dados, obtendo-se uma significância para os mesmos e proporcionando fácil leitura. Estes dados servem para apoiar decisões da direção e para definir metas, possibilitando a quantificação e a mensuração dos benefícios alcançados com a implementação de programas de produção mais limpa (CNTL,2003).

A condição ambiental deve ser considerada para a seleção de indicadores para as áreas de gerenciamento ambiental e para a definição de prioridades para a gestão operacional. Ao identificar uma condição ambiental específica que decorra diretamente de suas próprias operações, a organização deve desenvolver indicadores que relacionem suas operações à melhoria ou degradação nas condições do meio ambiente. Uma empresa que lança poluente em um corpo d'água, pode utilizar indicadores gerenciais e operacionais relacionados com os ambientais, como por exemplo a concentração do poluente no corpo hídrico; quantidade de poluente liberado por unidade de tempo; a variação nas populações da biota no lago, ou a eficiência da planta de tratamento na remoção do poluente residual (CNTL,2003).

Uma vez selecionados os parâmetros que irão compor o indicador, é necessário uma etapa de uniformização das informações para que possa agregá-las na composição final do indicador. Considera-se, em geral, o índice 0,0 para o pior valor e o índice 1,0 para o melhor valor. Assim pode-se produzir para cada grandeza um número adimensional normalizado entre 0,0 e 1,0 que reflita a sua situação atual entre estes extremos (BOLLMANN e MARQUES, 2000).

3 METODOLOGIA

3.1 Diagnóstico Ambiental

3.1.1 Diagramação dos processos produtivos e caracterizações analíticas

A metodologia utilizada para identificação de oportunidades para medidas de produção mais limpa na indústria de laticínios foi embasada no Programa de Produção mais Limpa do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2003).

Os estudos de planejamento ambiental foram realizados em indústria de laticínios localizada no Vale do Taquari, RS. As amostras de efluentes foram coletadas sempre no período do processamento dos queijos, sendo analisados parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e biológicos para a caracterização.

Para montagem do fluxograma de produção foram feitos levantamentos em cada etapa do processo a partir do processamento geral. Consideraram-se as características de operação, consumo de água e seqüências de etapas. Estes dados foram coletados na rotina diária da indústria de laticínios.

Foram coletadas amostras de efluentes em quatro pontos distintos da ETE: Na recepção do efluente bruto; na caixa separadora de gordura; na entrada da primeira lagoa e finalmente, no ponto de descarte após a última lagoa, conforme apresentado na Figura 1. Nestes pontos, foram caracterizados DQO, DBO₅, fósforo total, nitrogênio total, sólidos suspensos e sedimentáveis, óleos e graxas, turbidez, fenóis e pH.

Todos os procedimentos de coleta e preservação das amostras, bem como as análises, foram realizados conforme o descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA, 1998). Todas as análises foram realizadas na Central Analítica da UNISC.

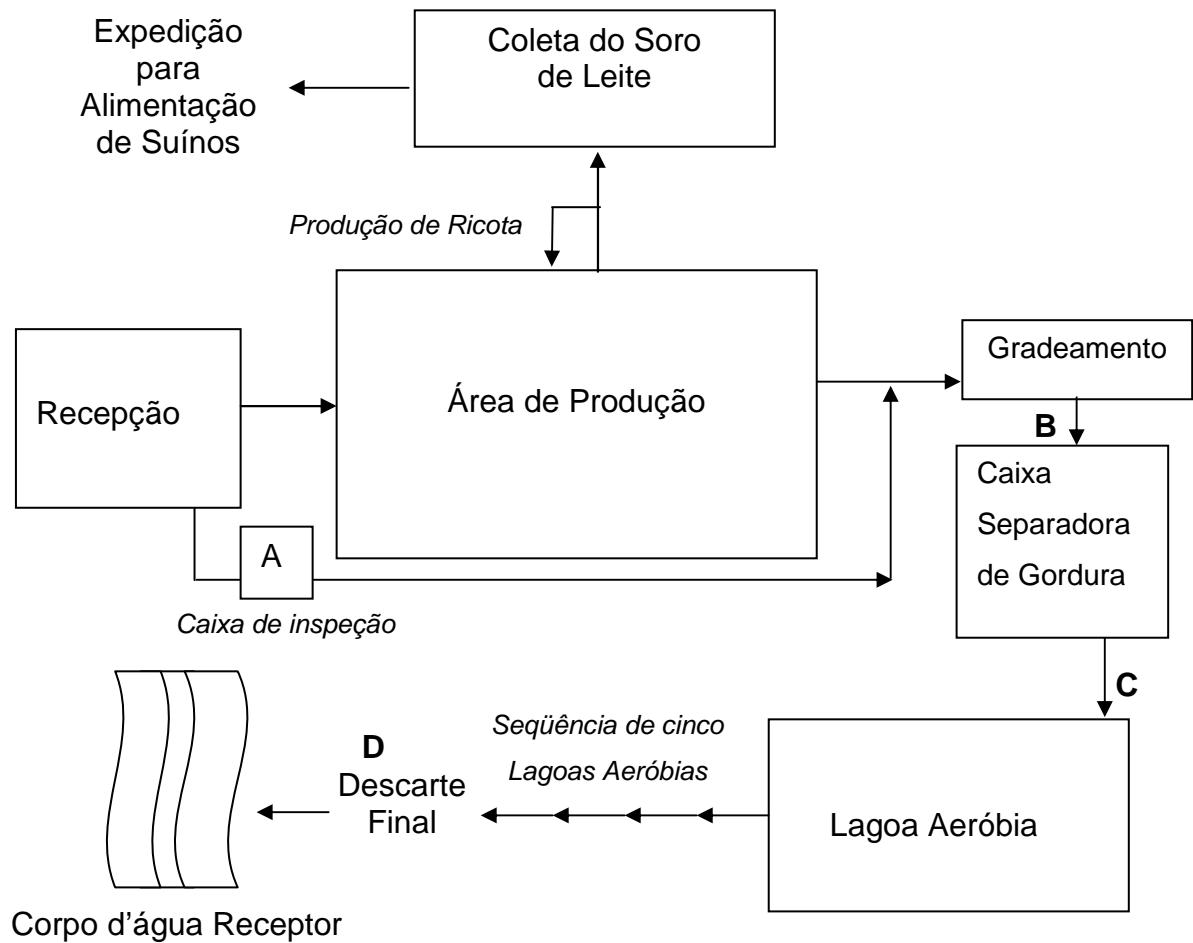


Figura 1. Diagramação da localização dos pontos de coleta na área produtiva da empresa estudada: (A) Recepção; (B) Entrada da Caixa Separadora de Gordura; (C) Entrada das lagoas aeróbias; (D) Saída das lagoas aeróbias.

3.1.2 Determinações qualitativas e quantitativas de indicadores ambientais

3.1.2.1 Matriz de Leopold

A primeira etapa de determinação dos indicadores de impacto ambiental na indústria de laticínios estudada foi qualitativa. Os dados foram obtidos a partir da execução do item 3.1. com posterior aplicação do método Matriz de Interação derivada de Leopold (DA SILVA e MARTINS, 2005).

Os impactos ao meio físico, biótico e antrópico decorrentes das atividades ou ações consideradas e representadas na matriz de interação, foram listados

considerando-se o ambiente delimitado na Figura 1. A identificação dos impactos se deu a partir da relação entre a ação prevista (linha) e o fator ambiental considerado (coluna) e sua caracterização qualitativa.

A qualificação dos impactos seguiu os critérios de: Valor (impactos positivos e negativos); Ordem (impactos diretos e indiretos); Espaço (local, regional e estratégico); Tempo (curto, médio e longo prazos); Dinâmica (temporário, cíclico e permanente) e Plasticidade (reversível ou irreversível).

3.1.2.2 Índices de Impacto Ambiental

Para as avaliações de indicadores de impacto ambiental foi utilizado a metodologia e *software* do Sistema de Avaliação Ambiental de Processos Industriais-SAAP (SAAP, 2002). Foram determinados os índices de eutrofização (IE), consumo de oxigênio dissolvido (IDOD) e pressão ambiental (IPA). As referências de limites de legislação seguiram a Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA N^o 128/2006) e as recomendações de Dos Santos (2002).

O índice de eutrofização foi calculado dividindo as emissões totais do processo da indústria de laticínios nos quatro pontos de coleta indicados na Figura 1 em termos de NO_3^- equivalente. Devido a ausência de um valor máximo para emissão de nitrato na legislação brasileira, foi adotado o valor 3358 mg L^{-1} de NO_3^- , conforme recomendado por Dos Santos (2002).

Para o IDOD utilizaram-se os valores de emissão de DQO nos quatro pontos de caracterização e o limite máximo de emissão da resolução CONSEMA 128/2006. A vazão limite determinada na empresa estudada foi de $20 \leq Q < 100 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$.

Já o IPA envolveu o estabelecimento dos pesos dos dois índices de impactos ambientais determinados (IE e IDOD), o que foi feito também pela aplicação do *software* SAAP. O programa executa automaticamente a compilação dos índices e o estabelecimento dos pesos (SAAP, 2002).

3.1.2.3 Indicadores de Ecoeficiência do Fluxo de Massa

A metodologia empregada na determinação dos índices de ecoeficiência do fluxo massa (IEFM) foi a proposta por de Oliveira et al. (2005). Os indicadores utilizados estão indicados nas expressões apresentadas nas Equações 1 a 4:

Indicador de Renovabilidade (IR)

(1)

$$IR = \frac{(RRE + RRNE)}{RT}$$

Onde:

RT é a massa total de recursos;

RRE é a massa de recurso renovável econômico;

RRNE é a massa de recurso econômico não renovável.

A partir das recomendações de Oliveira (2005), seguiu-se a adoção de diferentes pesos aos parâmetros RRE e RRNE. Os melhores resultados foram considerados com os maiores valores do Indicador IR .

Indicador de produtividade (IP)

(2)

$$IP = \frac{PF}{RT}$$

Onde:

PF é a massa do produto final agregado de valor econômico;

RT é a massa total de recursos.

Indicador de redução de resíduos (IRR)

(3)

$$IRR = \frac{(PF + PR)}{(PF + PR + RES)}$$

Onde:

PF é a massa do produto final agregado de valor econômico;

PR é a massa do produto reutilizado;

RES é a massa do resíduo.

Indicador de ecoeficiência do fluxo de massa (IEFM)

(4)

$$\text{IEFM} = \frac{[(\text{IR} \times \text{P1}) + (\text{IP} \times \text{P2}) + (\text{IRR} \times \text{P3})]}{(\text{P1} + \text{P2} + \text{P3})}$$

Onde:

P1, P2 e P3 são os pesos dos indicadores;

IR é o resultado do Indicador de Renovabilidade;

IP é o resultado do Indicador de Produtividade;

IRR é o resultado do Indicador de Redução de Resíduo.

Na composição do Indicador de Ecoeficiência de Fluxos de Massa (IEFM), esta sendo utilizado o método estatístico de média ponderada como medida de tendência central dos dados, onde os pesos são determinados proporcionalmente à diferença entre o valor normalizado 1,0 e os resultados destes indicadores, possibilitando uma maior ênfase àqueles que apresentem as piores situações.

A aplicação do método de determinação do IEFM direcionou-se na parte final para comparação dos melhores valores no processamento do queijo, creme de leite, bebida láctea e leite.

3.2 Prognóstico Ambiental visando P + L

Detalhadamente, foram adotados os seguintes procedimentos para determinação das medidas potenciais de P+L: elaboração de diagnóstico ambiental com a análise das entradas (matérias-primas/insumos) e saídas (produtos, resíduos sólidos, líquidos).

Numa segunda etapa, o processo de implantação de P+L na empresa envolveu:

- identificação das fontes geradoras de resíduos que podem ser tratadas como oportunidades de P+L;
- levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos para identificação;
- identificação das técnicas aplicáveis e das barreiras que se apresentam à implantação destas;
- definição de indicadores, de maneira a possibilitar uma avaliação do desempenho ambiental da empresa.

Estes indicadores consideraram o levantamento dos seguintes dados:

- consumo de água/tonelada de produto produzido/ano;
- consumo de energia kWh/tonelada de produto produzido/ano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil produtivo da indústria estudada

O leite é um produto básico na alimentação humana, principalmente para crianças e idosos que necessitam da rica fonte nutricional que possui quando consumido, permitindo assim que o organismo possa dispor de diversos nutrientes essenciais à saúde humana.

Desta forma, segurança e qualidade são dimensões inseparáveis em todas as fases da cadeia alimentar, tornando-se um grande desafio para as indústrias de beneficiamento de leite manter as características dentro dos limites permissíveis para os padrões tradicionais, atendendo a legislação vigente na fabricação e distribuição de seus produtos.

Quanto à natureza dos efluentes líquidos da indústria de laticínios, eles abrangem líquidos oriundos dos processos industriais até esgotos sanitários e as águas pluviais captadas na referida indústria. São constituídos pelos despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, contendo principalmente leite residual diluídas nas águas de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria.

A indústria de laticínios estudada é considerada de pequeno porte, está localizada na região do Vale do Taquari e possui dezesseis funcionários que trabalham em um único turno. Entre os principais produtos processados nesta unidade estão os queijos.

Em média, para a fabricação de um quilo de queijo necessita-se de 10 litros de leite e, dependendo da água utilizada na fábrica, recuperam-se de 9 a 12 litros de soro, considerando que a produção de queijos no Brasil está em torno de 450 mil toneladas/ano, isto corresponde a 4.500 toneladas de soro de queijo; o qual possui em sua composição 6,9% de sólidos totais (0,6% de sais minerais, 0,3% de gordura, 0,9% de proteínas, 5% de lactose, 0,1% de ácido láctico resultante da fermentação da lactose). Este volume equivale a, aproximadamente, 24.300 toneladas de sais minerais, 36.450 toneladas de proteínas, 12.150 toneladas de gordura e 202.500 toneladas de lactose (RICHARDS, 2002). Isto mostra que o problema relacionado à

poluição é bem mais sério do que se imagina, porém representa potencial oportunidade para recuperação de nutrientes e energia.

4.2 Descrição do processo produtivo

A indústria produz diversos tipos de produtos, entre eles: queijos; ricota; creme de leite; bebida láctea e doce de leite; cuja contribuição material em termos de poluição de águas receptoras é significativa, pois descartam grandes quantidades de águas residuárias com elevadas concentrações de nutrientes e material orgânico, conforme apresentado na Figura 2.

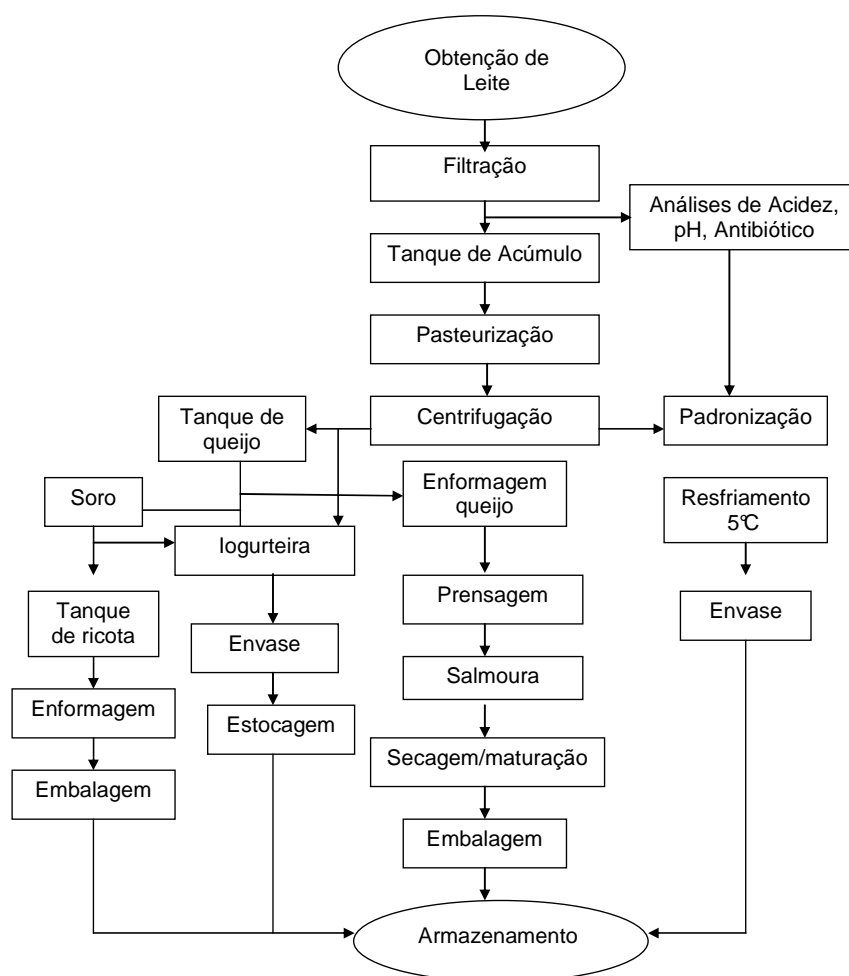


Figura 2. Fluxograma geral de produção da indústria de laticínios estudada.

FONTE: Fluxograma elaborado pelo autor conforme processamento na indústria.

4.3 Geração de resíduos

O principal problema em termos ambientais para indústria estudada, como em qualquer outra indústria de laticínios, diz respeito principalmente aos seus efluentes líquidos. Nesta indústria a água é utilizada em inúmeras operações, como lavagens e enxágües de equipamentos e instalações, entre outras.

Outro aspecto comum a área industrial estudada diz respeito à vazão dos efluentes líquidos. Há significativas variações ao longo do dia e vai depender diretamente das operações de processamento ou de limpeza que estejam ocorrendo 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, dentre outras.

A vazão diária de uma indústria de laticínios medida em $\text{m}^3 \text{dia}^{-1}$ costuma ser avaliada por meio do denominado “*coeficiente de volume de efluente líquido*”, expresso pelo volume de efluentes líquidos gerados pela indústria, dividido pelo volume de leite por ela recebido. Este coeficiente é bastante prático, permitindo uma estimativa rápida da vazão de efluentes líquidos produzidos pelo laticínio, uma vez conhecido o volume de leite recebido (MINAS AMBIENTE/CETEC, 1998).

O volume necessário de água é elevado, atingindo em torno de 15 litros por cada litro de leite processado. Os efluentes possuem elevada carga orgânica que é originária das perdas de produtos e matérias-primas que são arrastados pelas águas de lavagem dos equipamentos e das instalações ao longo do processo de fabricação.

Na unidade estudada, as principais fontes de resíduos do processo produtivo que afetam os efluentes incluem:

- Lavagem de tanques dos caminhões de transporte de leite na recepção do leite, o qual gera resíduos concentrados de leite e óleo automotivo;
- Limpeza do pasteurizador, impactante por gerar efluentes altamente ácidos e alcalinos;
- Produto residual que permanece nos tanques e equipamentos do processo de fabricação;
- Etapas de coagulação, corte, homogeneização drenagem de soro, geradora de soro, rico em nutrientes;
- Misturas aquosas de leite e sólidos suspensos descarregados durante mudanças de produto dos pasteurizadores, separadores, clarificadores e evaporadores;
- Limpeza de equipamentos e instalações, etapa na qual são gerados efluentes contendo detergentes, sanitizantes e sólidos do leite;

- Soro resultante do processo de fabrico de queijo;
- Setor de embalagens.

No beneficiamento de produtos mais elaborados tais como o queijo, doce de leite, creme de leite e bebidas lácteas, os efluentes líquidos industriais podem ainda vir a conter açúcar e essências diversas (fabricação de iogurte e bebidas lácteas) ou diversos condimentos.

Subprodutos como o soro (fabricação de queijo) e o leitelho (produção de manteiga), mesmo quando aproveitados, irão aparecer em quantidades que podem ser residuais (dependendo dos cuidados tomados) e que tem por origem as operações de esgotamento total de tanques ou de mangueiras e/ou as operações de limpeza.

Quantitativamente é o setor de fabricação de queijo que contribui com maior quantidade de efluente, correspondendo a cerca de 60% do volume geral de efluente.

O soro do leite resultante da fabricação de queijo possui uma elevada carga orgânica e tratamento difícil pelo que constitui grave problema se rejeitado como efluente. O soro tem vários destinos, como a fabricação de ricota, encaminhamento para a pecuária, concentrado e seco, ou ser rejeitado como efluente.

Os resíduos sólidos constituem um problema comparativamente menor. As embalagens, papelão, papel, plástico são recolhidos seletivamente na maior parte dos casos e enviadas para reciclagem.

O lodo resultante da estação de tratamento de efluentes é depositado em terrenos agrícolas e utilizado como fertilizante, desde que com laudo agrônômico adequado. Os produtos fora do prazo de validade são utilizados para alimentação animal ou eliminados conjuntamente com os efluentes.

4.4 Estação de tratamento de efluentes

A ETE da empresa estudada tem a configuração do sistema de cinco lagoas seqüenciais no regime aeróbio. A opção pelo sistema é comum para a maioria das indústrias de laticínios, inclusive as de grande porte.

As caracterizações de operação e concepção da ETE da indústria estudada são apresentadas na Figura 3.

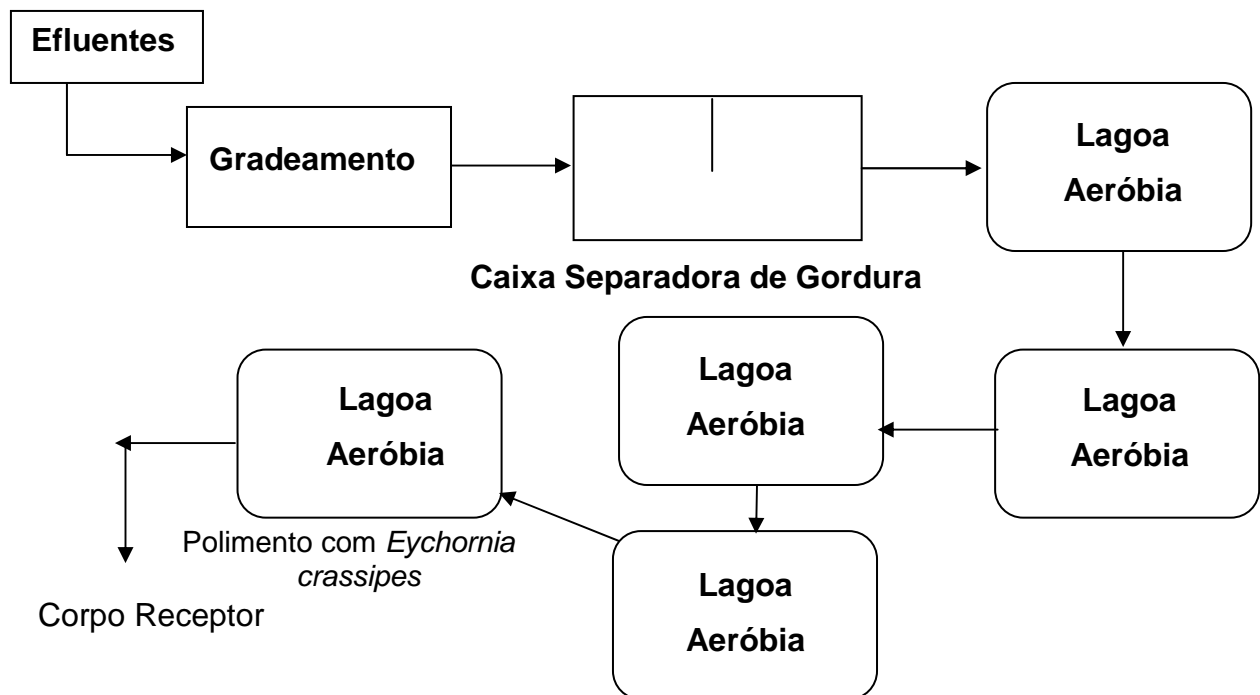


Figura 3. Fluxograma das etapas da ETE da empresa estudada.

No entanto, as necessidades de manutenção adequada para os sedimentos da caixa separadora de gordura e das lagoas aparecem como uma limitação de melhor desempenho na empresa estudada.

4.5 Caracterização dos efluentes produzidos na indústria estudada

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram as características do efluente desta indústria, sendo que os dados das Tabelas 3 e 4 são para eficiência de tratamento do sistema.

Na Tabela 2 apresenta-se a média dos valores da caracterização do efluente produzido na recepção. As médias dos valores obtidos devem ser comparados aos parâmetros de referência estabelecidos pela Resolução do CONSEMA N^o 128/2006. Os valores de referência desta Resolução no Artigo 20, no parágrafo 1^o. normatiza para a vazão $20 \leq Q < 100 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$, uma DQO de $360 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$. Observando os resultados apresentados na Tabela 2 para a relação DQO/DBO₅ têm-se o valor de 7,97. Segundo Jardim e Canela(2004), quando a relação DQO/DBO > 5, o processo biológico tem pouquíssima chance de sucesso, e sugerem para tal a oxidação química como processo alternativo. Sendo assim, o efluente bruto estudado apresenta problemas quanto à biodegradabilidade.

Tabela 2. Caracterização do efluente bruto na recepção.

Parâmetros	Amostra 27/09/2007	Amostra 13/11/2007	CONSEMA No. 128/06
DQO mg L ⁻¹	1.507	1.220	360
DBO ₅ mg L ⁻¹	189	920	150
Fósforo Total mg L ⁻¹	6,45	3,88	4
Nitrogênio Total mg L ⁻¹	9,3	50	20
Óleos e Graxas mg L ⁻¹	243,0	119,5	≤ 30
Sólidos sedimentáveis mg L ⁻¹	0,5	0,5	≤ 1,0
Sólidos suspensos mg L ⁻¹	164,5	292,5	155
Surfactantes mg L ⁻¹	0,07	<0,02	0,2
pH	-x-	6,0	6,0-9,0
Fenol mg L ⁻¹	-x-	0,83	0,1
Turbidez uT	94,0	185,0	Não conferir cor ao meio receptor

-x- = Análises não realizadas

Mesmo que este efluente apresente insumos químicos com significativa carga de tensoativos e sanitizantes, estes não contribuem acentuadamente como contaminantes, pois os surfactantes, conforme dados da Tabela 2 não se apresentaram como um problema pela Resolução do CONSEMA N^o 128/2006.

Os resultados de óleos e graxas são extremamente altos, oito vezes maiores do que o permitido em relação a Resolução do CONSEMA N^o 128/2006, que considera como máximo os valores de até 30 mg L⁻¹.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 2 em relação ao nitrogênio total Kjeldahl e fósforo total, percebe-se o potencial eutrofizante dos efluentes. Para comparar com as concentrações máximas permitidas na Resolução do CONSEMA N^o 128/2006 considera-se que a vazão diária de efluentes na indústria estudada está abaixo de 100 m³ dia⁻¹, exigindo adequação de praticamente todos os parâmetros de carga.

Tabela 3. Caracterização do efluente em vários pontos do tratamento no dia 27/09/2007.

Parâmetros	Amostra - caixa de gordura	Amostra - entrada das lagoa	Amostra - saída das lagoa
DQO mg L ⁻¹	-x-	2.282	861

DBO ₅ mg L ⁻¹	-x-	1.207	-x-
Fósforo Total mg L ⁻¹	-x-	17,23	9,75
Nitrogênio Total mg L ⁻¹	-x-	15,8	11,2
Óleos e Graxas mg L ⁻¹	36,1	118,5	-x-
Fenol mg L ⁻¹	3,70	0,85	0,58
Sólidos sedimentáveis mg L ⁻¹	-x-	<0,1	0,2
Sólidos suspensos mg L ⁻¹	-x-	964,0	152,7
Surfactantes mg L ⁻¹	-x-	0,07	0,04
Turbidez uT	-x-	279,0	193,0

-x- = Análises não realizadas

Tabela 4. Caracterização do efluente em vários pontos do tratamento no dia 13/11/2007.

Parâmetros	Amostra - caixa de gordura	Amostra - entrada das lagoas	Amostra - saída das lagoas
DQO mg L ⁻¹	4.725	2.286	188
DBO ₅ mg L ⁻¹	12.220	1.520	68,0
Fósforo Total mg L ⁻¹	7,42	9,0	9,86
Nitrogênio Total mg L ⁻¹	33,3	17,6	36,2
Óleos e Graxas mg L ⁻¹	2.350,4	89,2	<1,0
Fenol mg L ⁻¹	<0,1	2,26	0,41
Sólidos sedimentáveis mg L ⁻¹	14	7,0	1,3
Sólidos suspensos mg L ⁻¹	12.720,0	425,0	56,0
Surfactantes mg L ⁻¹	0,26	0,04	0,15
pH	4,0	4,0	6,5
Turbidez uT	2.250	356,0	42,1

Para as medidas referentes ao parâmetro turbidez acredita-se que é importante realizar um processo de tratamento para reduzir a cor, pois a cor observada é de tom marrom amarelada. A redução da turbidez e cor são importantes para que o efluente não confira mudança de coloração ao corpo receptor no ponto de lançamento conforme exige à Resolução do CONSEMA N^o 128/2006.

Com base nos dados das Tabelas 2, 3 e 4 foram determinados os índices de impactos ambientais que aparecem na Tabela 5.

Tabela 5. Índices de Impactos ambientais no uso das águas para indústria de laticínios estudada.

Local de Coleta	Índices de Impactos Ambientais		
	IE	IDOD	IPA
Amostra Bruta	30,44	4,13	23,86
Caixa de Gordura	73,51	14,31	58,71
Entrada da Primeira Lagoa	50,92	6,93	39,92
Saída da Quinta Lagoa	26,90	1,59	20,57

Apesar da progressiva melhoria do índice de pressão ambiental o valor final ainda está acima do aceitável, estabelecido como 1,0. O maior peso de impacto para a gestão do uso das águas na indústria de laticínios estudada é o IE, com peso de 75% de carga poluente.

Melhorias na ETE são necessárias para adequação dos parâmetros de carga eutrofizante, consumo de oxigênio dissolvido e fenóis. Neste último caso, a necessidade de polimento final seria uma indicação, associando-se a possibilidade de métodos de degradação oxidativa avançada.

4.6 Matriz de Impactos Ambientais e Indicadores de Ecoeficiência

4.6.1 Impactos Qualitativos

A visão geral dos atributos de impactos ambientais qualitativos na indústria de laticínios estudada colabora para estabelecimento dos pontos críticos quanto a passivos ambientais gerados no processo produtivo. A Tabela 6 apresenta as principais fases do processo produtivo com delimitações referentes à área de caracterização da Figura 1.

Os aspectos de maior impacto ambiental revelados no Quadro 1 dizem respeito ao descarte de efluentes, o que associa-se aos resultados do índices IDOD, IE e IPA. De fato, a literatura em geral, relata que o problema ambiental das indústrias de laticínios associa-se a produção do leite no meio rural e ao processamento de lavagens e limpezas de equipamentos e utensílios.

Apesar de ser clássica a adoção de ETE's com a configuração apresentada na Figura 8, há necessidade ainda de melhor dimensionamento da caixa separadora

de gordura e adoção de sistema óxico/anóxico para melhorar e/ou diminuir os índices IDOD e IE.

Quadro 1. Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais na indústria estudada

Fases	Atividades de Impacto	MEIO FÍSICO	MEIO ANTRÓPICO		
		Recursos Hídricos IDOD, IE	Infra-estrutura	Tecnologia	Saúde
Recepção do Leite	<i>Análises</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
	<i>Lavagem de Tanques e Pisos</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
	<i>Lavagem de caminhões</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
Processamento do Leite e fabricação de Produtos Lácteos	<i>Lavagem de Pisos</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
	<i>Limpeza de Equipamentos</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
	<i>Clarificação</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
	<i>Quebra de Embalagens</i>	NDRMV	PDRA	PDRM	PDRV
ETE	<i>Limpeza de Flotados e Sedimentos no Separador de Gorduras</i>	NDRMV	NDRV	NDRC	PDRV
	<i>Limpeza de Flotados e Sedimentos nas Lagoas</i>	NDRMV	NDRV	PDRM	NDRV
	<i>Descarte de Efluentes Inadequados</i>	NDRMV	NDRV	NDRC	NDRM

Legenda: **P** – positivo, **N** – negativo, **D** – direto, **I** – indireto, **L** – local, **R** – regional, **E** – estratégico, **C** – curto prazo, **M** – médio prazo, **O** – longo prazo, **T** – temporário, **Y** – cíclico, **A** – permanente, **V** – reversível, **S** – irreversível.

4.6.2 Indicadores de Ecoeficiência de Fluxo Material

As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam os fluxogramas simplificados de balanço material para os cálculos de IEFM, sendo que na Tabela 6 são apresentados os comparativos de desempenho de ecoeficiência para as produções de bebida láctea, creme de leite, ricota e queijo.

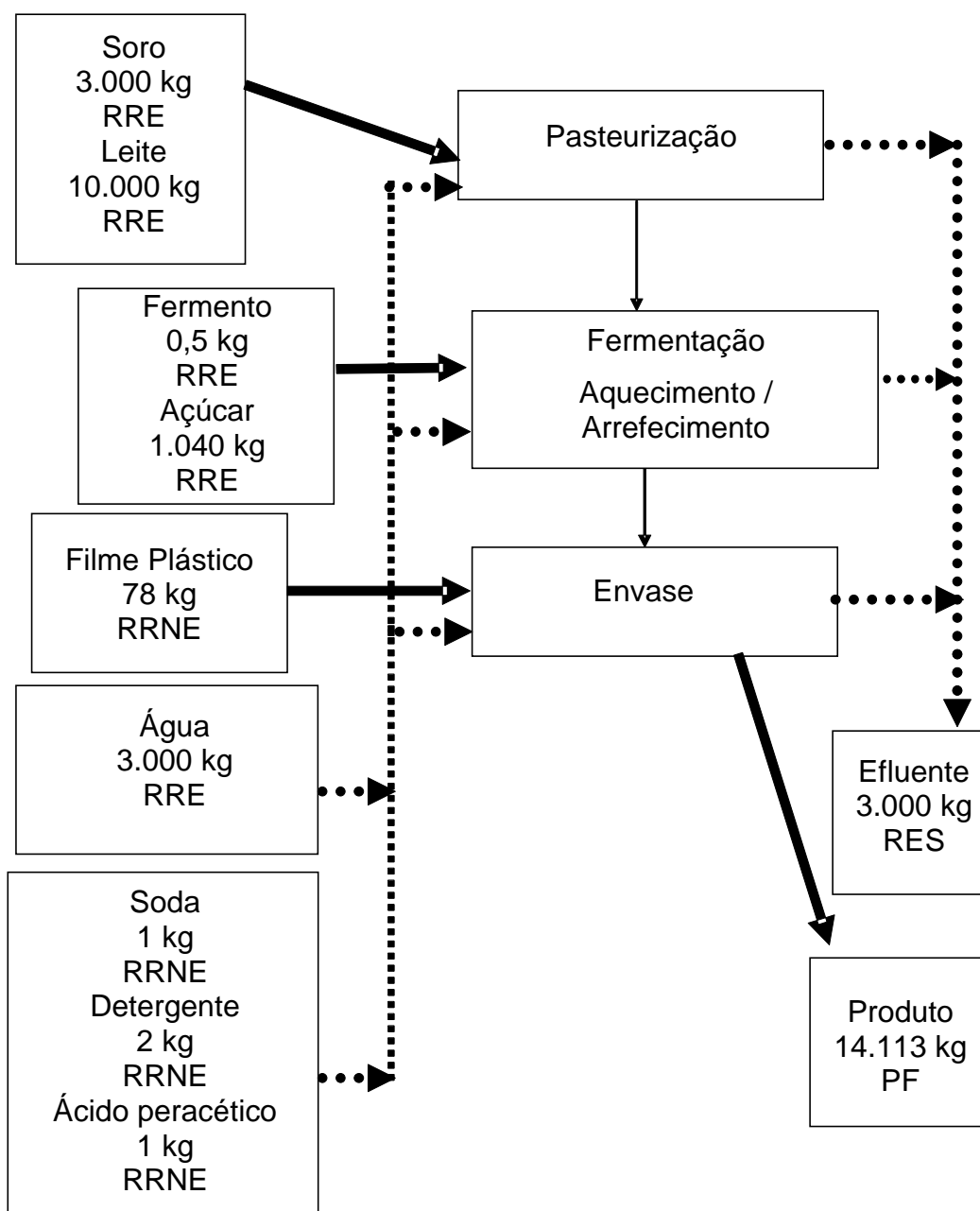


Figura 4. Balanço material para produção de bebida láctea na indústria estudada (RRNE ou RENR= Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).

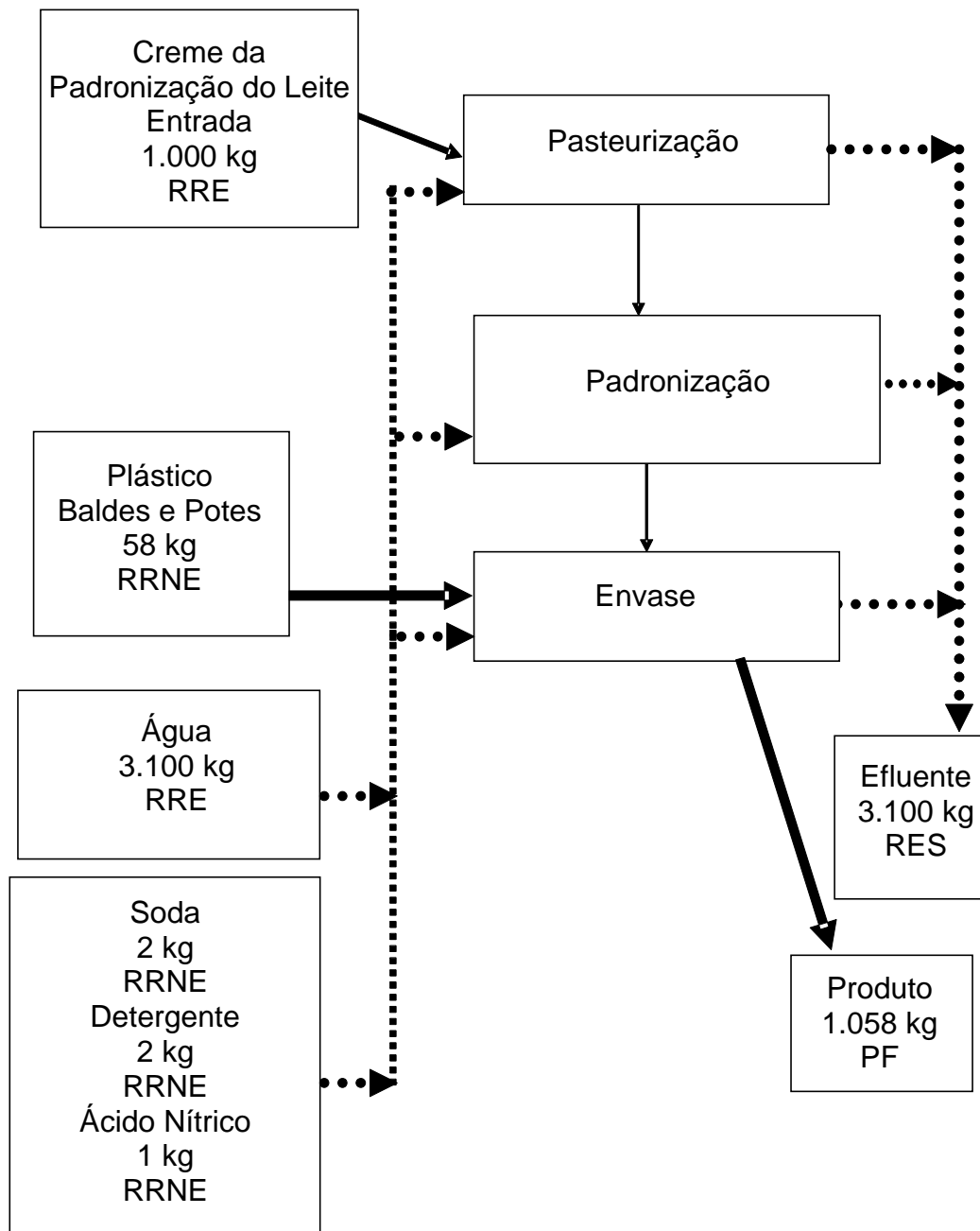


Figura 5. Balanço material para produção de creme de leite na indústria estudada (RRNE ou RENR = Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).

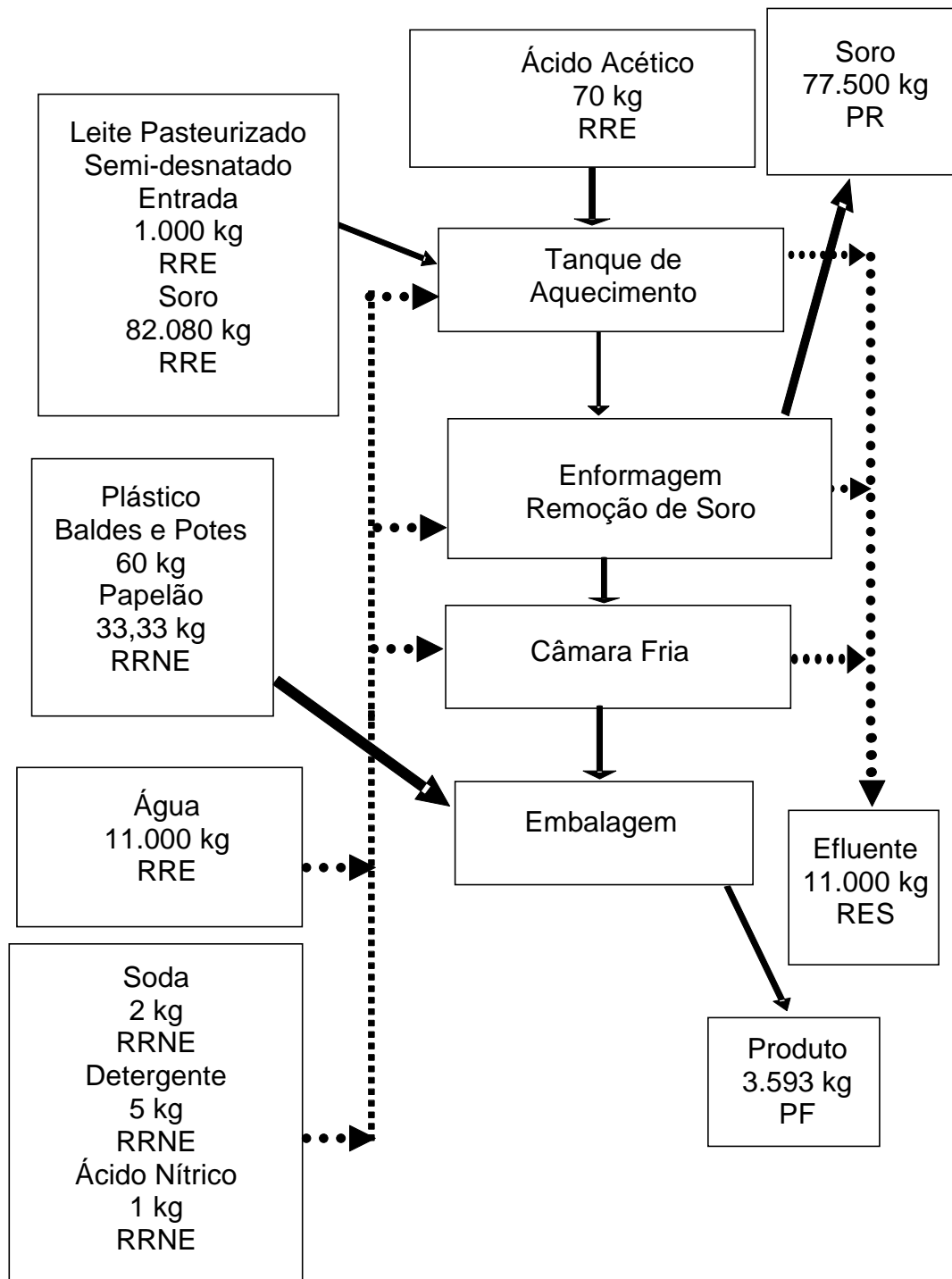


Figura 6. Balanço material para produção de ricota na indústria estudada (RRNE ou RENR= Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).

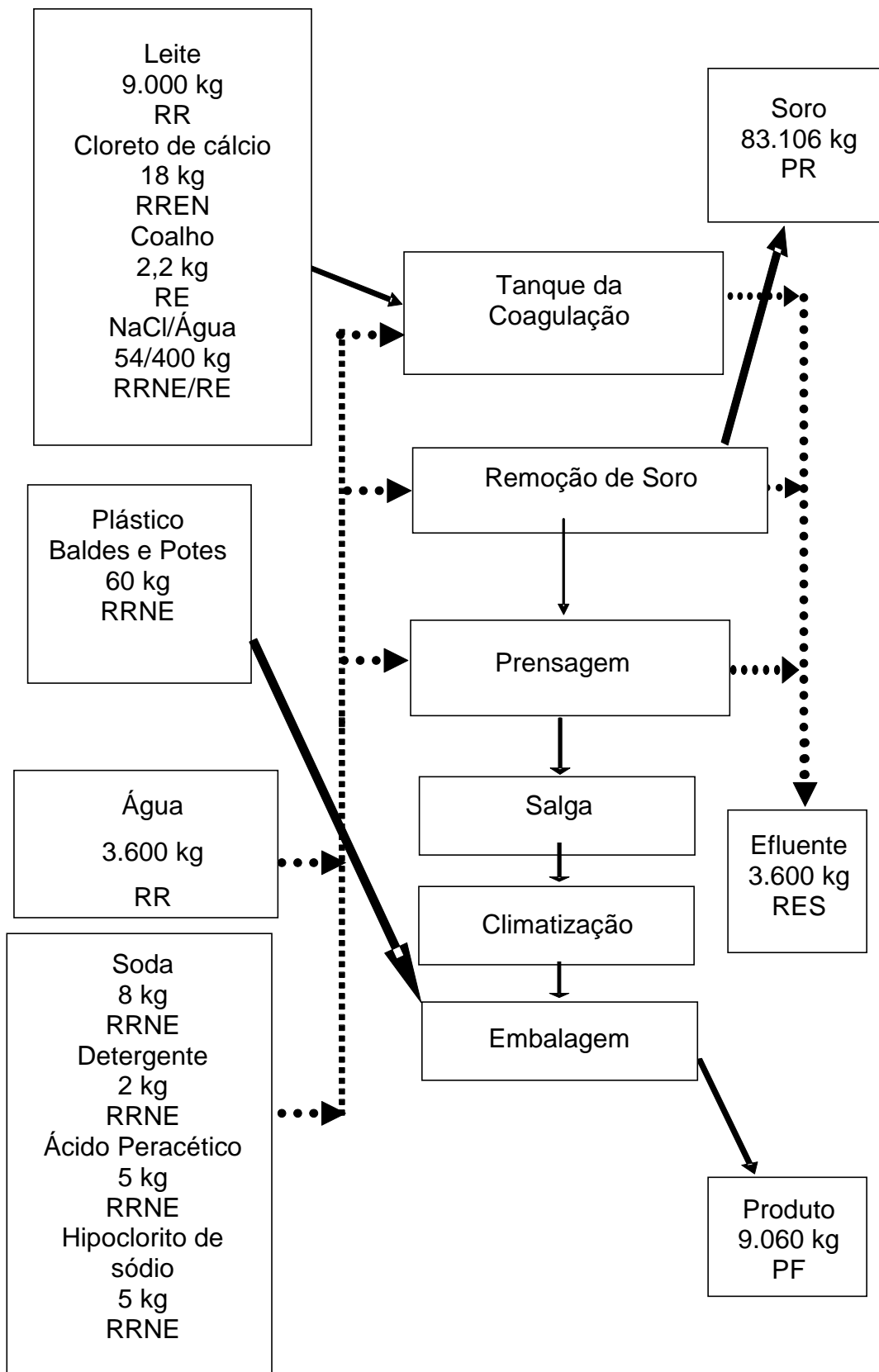


Figura 7. Balanço material para produção de queijo na indústria estudada (RRNE ou RENR = Recurso Econômico Não Renovável; RRE = Recurso Renovável Econômico; RES = Efluente).

A partir dos dados de balanço material observa-se na Tabela 6 que a maior necessidade de melhoria da ecoeficiência na indústria estudada ocorre para produtos de menor percentual de produção em massa, o que demonstra situação de adequada otimização. No entanto, a continuidade de otimização produtiva pode buscar o planejamento e adequação ainda maior de produção. Isto é possível via agregação das operações de produção, o que minimizaria a geração de efluentes a partir das lavagens e enxágües.

Tabela 6. Indicadores dos fluxos de ecoeficiência dos fluxos de massa.

Processo de Produção	IEFM
Bebida Láctea	0,82
Creme de Leite	0,25
Ricota	0,08
Queijo	0,08

4.7 Minimização e prevenção

A melhor forma de reduzir a poluição é preveni-la na fonte. A implementação de um programa de prevenção da poluição conduziria a uma melhoria da eficiência do processo de fabricação e, conseqüentemente, benefícios econômicos bem como redução do impacto ambiental decorrente desta atividade produtiva.

O programa de prevenção da poluição contempla a otimização do consumo de matérias primas, a sua substituição, modificações a níveis de processos ou equipamentos, adoção de medidas que conduzam à minimização de desperdícios, reutilização e recuperação de solventes e de outros produtos, e ações de formação.

Quanto menor for a quantidade de resíduos gerados ao longo do processo produtivo, menores serão os custos associados ao seu armazenamento, manuseio, transporte, tratamento e/ou disposição. Mas, o principal problema diz respeito aos efluentes líquidos. A gestão da água é tão vital de maneira a evitar os custos desta e do tratamento dos efluentes, tendo ainda em conta que quantidades significativas de produto são desperdiçadas nos efluentes.

Assim sendo, as indústrias e os fabricantes de equipamentos têm mostrado um esforço no sentido da aplicação de medidas/tecnologias com vista a reduzir o

consumo da água. Muitas já foram aplicadas industrialmente, com redução do consumo de água que pode ir até aos 4 litros de água gasta por litro de leite processado.

Alguns métodos gerais de redução do consumo de água que podem ser recomendados incluem:

- Usar torneiras automáticas nas mangueiras (uma mangueira aberta continuamente pode atingir 1.500 litros/hora);
- Usar sistemas de lavagem de baixo volume e alta pressão;
- Limpar sempre primeiro os derrames antes de lavá-los;
- Melhorar a manutenção para prevenir fugas de produtos nas válvulas, no transporte dos produtos e nos equipamentos;
- Desenho e instalações das linhas de tubos que permitam uma correta drenagem do produto, evitando a necessidade de arrastamento posterior com água;
- Permitir tempo suficiente aos produtos mais viscosos para drenagem das linhas e tanques antes de iniciar o ciclo de lavagem;
- Recolher os sólidos dos pavimentos e equipamentos antes de lavar;
- Remodelação da fábrica que leve em conta a segregação de drenagem dos efluentes que possuem maior carga orgânica. Sendo que assim podem ser recolhidos para um tanque para posterior neutralização ou pré-tratamento. Assim, as descargas dos clarificadores ou pasteurizadores devem ser separadas relativamente da água de lavagem das instalações. A segregação dos efluentes reduz o volume e carga destes e dos custos operacionais da ETE.

4.8 Diagnóstico do impacto ambiental

4.8.1 Medidas de gestão e controle ambiental

Para as pequenas e médias empresas, a identificação e implantação de medidas para redução de desperdícios de produtos e de matéria-prima, economia de insumos (água, eletricidade, combustível, etc.) e utilização racional de produtos químicos é necessário para otimização do processo industrial, redução da carga orgânica e do volume dos efluentes a serem tratados. Dessa forma, pode-se conseguir uma redução de custos de produção e de implantação da estação de tratamentos.

4.8.2 Alternativas para o gerenciamento de resíduos sólidos

O gerenciamento de resíduos sólidos visa, entre outros aspectos, a redução de resíduos por meio da padronização de procedimentos operacionais, treinamento e conscientização dos operadores, melhor planejamento da produção (minimizando o retorno); a reutilização de materiais, a busca de parcerias com prefeituras de modo a estimular o aproveitamento dos resíduos na forma de reciclagem e a destinação adequada em aterros sanitários. Além disso, devem ser realizados esforços no sentido de que fornecedores de produtos para as indústrias de laticínios recebam de volta as embalagens, principalmente as bombonas, reduzindo dessa forma a quantidade de resíduo gerado.

4.8.3 Alternativas para o gerenciamento de efluentes líquidos

Métodos de reutilizar e reciclar a água também podem ser usados e envolvem basicamente recolher o efluente de uma ou mais operações de processo, havendo, no entanto que ter cuidado verificando se o líquido recolhido tem as mesmas características necessárias para entrada na nova operação.

No entanto, a prática mais correta relativamente à água utilizada é a redução do seu consumo e a segregação dos efluentes. De fato, como regra geral, a unidade industrial deveria possuir três sistemas de descarga: um para as operações de resfriamento, outro para o efluente doméstico e outro para o industrial, facilitando desta maneira o seu tratamento posterior.

Também os sistemas de lavagem CIP (*Clean-in-place*) são importantes para redução da água utilizada nas lavagens, sendo um sistema mais eficiente de lavagem e não estando sujeito a fugas.

Seria muito importante, ou regra geral, não deixar que os subprodutos como soro, leite ou sólidos resultantes do processamento do queijo entrassem no sistema de drenagem. É importante salientar que alguns resíduos como o soro apresenta boa oportunidade de valorização devido ao seu alto valor nutritivo. Existem algumas tecnologias para valorização deste resíduo que pode ser seco e utilizado na alimentação animal ou fabricação de sorvetes. Também pode ser desproteínizado por precipitação e técnica de separação envolvendo aquecimento ou adição de

produtos químicos. Podem ser usadas técnicas como ultrafiltração ou osmose reversa, entre outros, para a produção de concentrados de proteína e de lactose.

5 CONCLUSÕES

No aspecto de gestão do uso das águas o impacto das cargas poluentes expressas pelos índices de eutrofização e consumo de oxigênio dissolvido expressam um índice de pressão ambiental de 1,13 nas melhores condições de operação da ETE. Apesar da progressiva melhoria estabelecida nas etapas de separação de gordura e lagoas aeróbias, há um déficit de eficiência quanto a remoção de DQO. O aspecto principal relaciona-se a manutenção da limpeza das lagoas e caixa separadora de gordura, especialmente pelo acúmulo de sólidos sedimentáveis.

No aspecto de implementação de P+L são potenciais a adoção de medidas de nível 2, com melhorias de procedimentos no uso da água, como os casos citados no itens 4.7 e 4.8.2.

As gestões de resíduos e efluentes oriundos da ETE podem ter a destinação da fertirrigação, visto que altas cargas de nitrogênio e fósforo total são encontradas nos sedimentos das lagoas e nos efluentes finais, ainda que com adequação da Resolução do CONSEMA N^o 128/2006, há potencial uso para culturas características da região do Vale do Taquari. Efetivamente o laudo agrônômico adequado poderá estabelecer o uso correto dos efluentes finais das lagoas aeróbias.

REFERÊNCIAS

- APHA-AWWA-WEF. *Standard methods for examination of water and wastewater*, 20th ed. Washington DC: American Public Health Association, 1998.
- AZAPAGIC, A.; CLIFT, R. Life cycle assessment and linear programming: environmental optimization of products system. *Computers and Chemical Engineering*, Oxford, v. 19, n. 2, p. s229-s234, Feb. Supplement. 1995.
- AZAPAGIC, A.; CLIFT, R. The application of life cycle assessment to process optimization. *Computers and Chemical Engineering*, Oxford, v. 23, n. 10, p. 1509-1526, Dec. 1999.
- BERLIN, J. Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, Oxford, v. 12, n. 11, p. 939-953, Nov. 2002.
- BOLLMANN, H.; MARQUES, D. Bases de estruturação de indicadores de qualidade das águas. Avaliação e controle de drenagem urbana. 1^a. Ed. Porto Alegre: UFRGS editora, v.1, p.301-350, 2000.
- BRAILE, P. M. *Manual de Tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo: CETESB, 1993.
- BRASIL, Resolução do CONSEMA N^o 128/2006, Secretaria da Saúde e Meio Ambiente/RS, Disponível em: <http://www.aquaflot.com.br/legislacao.html>. Acesso em 10 dez. 2007.
- CALDEIRA-PIRES, A.; RABELO, R. R.; XAVIER, J. H. V. Uso potencial da análise do ciclo de vida (ACV) associada aos conceitos da produção orgânica aplicados à agricultura familiar. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 149-178, maio/ago. 2002.

CAPRA, F. et al. *Gerenciamento Ecológico*. Cultrix, São Paulo, 1993.

CEDERBERG, C.; MATTSSON, B. Life cycle assessment of milk production: a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production*, Oxford, v. 8, n. 1, p. 49-60, Feb. 2000.

CNTL*1 – Manual 01 – *Questões Ambientais e Produção mais Limpa* – Metodologia UNIDO/UNEP. Porto Alegre: CNTL/SENAI, 2000.

CNTL*5 – Manual 05 - *Implantação de Produção mais Limpa* – Metodologia UNIDO/UNEP. Porto Alegre: CNTL/SENAI, 2000.

CNTL - *Manual de Indicadores Ambientais e de Processo* - Metodologia UNIDO/UNEP. Porto Alegre: CNTL/SENAI, 2003.

DA SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. Metodologia de Checkland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços. *Gestão & Produção*, v. 13, n.3, p.411-422, set.-dez. 2006.

Da SILVA, L. G.; MARTINS, I. C. M. Avaliação de impactos ambientais decorrentes das atividades de empresa ceramista. In: 23^o. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Campo Grande/MS: ABES, p.1-8. 2005.

DOS SANTOS, Luciano Miguel Moreira. *Avaliação ambiental de processos industriais*. 1.ed. Ouro Preto/MG; ETFOP, 2002.

EMBRAPA. *Programa Embrapa de Carne e Qualidade*. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2000.

GARDNER, Gary - Estado do Mundo, 2001; relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável / Lester R. Brown - Salvador: Uma, 2000.

GAVALA, H. N. et al. Treatment of Dairy Wastewater Using an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. *J. Agric. Eng.* , n. 73, p. 59-63, 1999.

GOLDENBERG, José. Entrevista na revista Galileu, o planeta dos nossos netos, nº 4, nossa terra, 2000.

KIPERSTOK, Asher, et al. *Módulo de Prevenção de Poluição – Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria – Parceria UFBA e SENAI- CETIND*, 2001.

MACHADO, R. M. G. et al. *Controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios, org – Belo Horizonte*. Segrac, 224 p. : il. grafs. tabs., 2002.

MINAS AMBIENTE/CETEC. Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais: estado da arte. Belo Horizonte: Minas Ambiente/CETEC, v.1, 1998.

MENDONÇA, S. R. *Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos*. João Pessoa: Universidade Federal de Paraíba, 1990.

NOGUEIRA NETO, Paulo, *Conferência de Estocolmo*, Disponível em: <<http://mre.gov.br>> Acesso em: 23 set. 2007.

OLIVEIRA, R. K.; ANDREOLI, F. N.; BOLLMANN, H. A. Estruturação de um indicador de eco-eficiência para fluxos de massa de processos industriais. In: 23º. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Campo Grande/MS: ABES, p.1-9, 2005.

OLSSON P. *LCA net food: final document*. Göteborg: LCAnet Food, 1999. 25p. Disponível em: <<http://www.lca-net.com/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2007.

PIO, R., *Produção Limpa, Prevenção da Poluição e Ecoeficiência*, 2000.

RICHARDS, N.S.P.S. Emprego racional do soro láctico. *Rev. Indústria de Laticínios*. Ano 2. n.9, p.67-69,1997.

RICHARDS, Neila; Soro Láctico: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. *Food Ingredients*. Ano 3. n.17, p.20-27, 2002.

SAAP: avaliação ambiental de processos. Ouro Preto: EPTOF. 2002. 1 CD-ROM.

SADLER, B. "*Desenvolvimento e Gestão Ambiental*", In Partidário, M. R.; De Jesus, J.; Avaliação do Impacto Ambiental, CEPGA, Lisboa, Portugal, 1994.

SENAI, CNTL/RS. *Centro nacional de tecnologias limpas*. Neste site podem ser encontrados exemplos de várias experiências bem-sucedidas em P+L no Brasil, 1998. Disponível em <<http://www.rs.senai.br/cntl>>. Acesso em: 15 de junho de 2007.

SILVEIRA, W. B. *Produção de etanol em permeado de queijo: efeito da concentração de substrato e do nível de oxigênio*, 2004. Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

UNESCO. Methodological guidelines for the integrated environmental evaluation of water resources development. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, 152 p. 1987.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos* – 3. ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WEIDEMA, B. P. *Environmental assessments of products: a textbook on life cycle assessment*. Helsinki: The Finnish Association of Graduate Engineers TEK, 1997.

WEIDEMA, B. P.; MEEUSEN, M. J. G. (Ed.). *Agricultural data for life cycle assessment*. Hague: Agricultural Economics Research Institute, v. 1, 2000.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)