

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

SAID EL MOUTAQI

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO DO USO DAS ÁGUAS EM
ABATEDOURO DE AVES NO VALE DO TAQUARI-RS**

Santa Cruz do Sul, maio de 2008.

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

SAID EL MOUTAQI

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO DO USO DAS ÁGUAS EM
ABATEDOURO DE AVES NO VALE DO TAQUARI-RS**

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.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lourdes Teresinha Kist
Co-orientador: Prof. Dr. Ênio Leandro Machado

Santa Cruz do Sul, maio de 2008.

SAID EL MOUTAQI

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO DO USO DAS ÁGUAS EM
ABATEDOURO DE AVES NO VALE DO TAQUARI-RS**

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.

Dra. Tânia Nunes da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Dra. Adriane Lawisch Rodríguez

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Dr. Ênio Leandro Machado

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Co-orientador

Dra. Lourdes Teresinha Kist

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Orientadora

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos aos meus pais, esposa Jaqueline, meu filho Jaber, cada um deles contribuiu com ingredientes de inestimável valor para meu trabalho, através do apoio compreensão e incentivo.

Meus orientadores, professores Lourdes Teresinha Kist e Ênio Leandro Machado gostaram do trabalho desde o início, o que me deu confiança, e, portanto meus agradecimentos a eles pelo auxílio e orientação certa ao longo de todo o trabalho. As professoras Tânia Nunes da Silva e Adriane Lawisch Rodríguez, que generosamente aceitaram participar da banca de defesa.

Um agradecimento especial ao gerente da unidade, que possibilitou e oportunizou a realização do trabalho na empresa.

Durante todo o percurso muitas pessoas me ofereceram graciosamente e generosamente seu tempo; sou grato a todos que, de uma forma ou outra me auxiliaram durante a elaboração do trabalho.

Por tudo isso, ficarei eternamente grato.

E os que renegam a Fé não viram que os céus e a terra eram um todo compacto, e NÓS desagregamo-los, e fizemos da água toda cousa viva? – Então não crêem?

Nobre Alcorão, (21; 30).

Referência: NASR, Helmi. Tradução do sentido do **NOBRE ALCORÃO** para língua portuguesa. Al-Madinah Al-Munaurah K.S.A: Complexo do Rei Fahd para impressão do Alcorão Nobre, 2003. 1065 p.

RESUMO

Este trabalho propõe estratégias de gestão das águas em frigorífico através de oportunidades de PML considerando as restrições impostas pela legislação brasileira e as preocupações higiênicas existentes numa indústria de alimentos. O trabalho tem como objetivo apresentar alternativas para a minimização do consumo de água e geração de efluentes. O desenvolvimento do trabalho constitui nas etapas que seguem: coleta e análise de documentos; medição de consumo de água e geração de efluentes (balanço hídrico); verificação dos pontos de maior consumo de água; minimização do consumo de água com ênfase nos pontos de maior consumo de água; manutenção do gerenciamento hídrico. A aplicação das propostas metodológicas do gerenciamento hídrico na indústria sugeriu uma redução de 13% do consumo de água. A economia teórica de consumo de água, após aplicados os princípios de minimização e de reuso, de água foi bem visível, com uma economia financeira importante. Nesse contexto, a instalação de hidrômetros na entrada e saída dos pontos de maior consumo de água e aplicação de um monitoramento das vazões de entrada e saída nesses pontos, através de um funcionário designado para medir as vazões de hora em hora, foi contabilizado o desperdício de água que corresponde a 9000 L h⁻¹ nesses pontos críticos. Assim, foi possível atingir essa redução. No estudo realizado também verificou-se que é necessária ação conjunta entre os órgãos regulamentários e os de segurança alimentar e ambiental nacionais, indústrias processadoras e institutos de ensino e pesquisa.

Palavras-chave: Água, Frigorífico, PML.

ABSTRACT

In this work were studied strategies of management of waters in abattoir through cleaner production chances considering the restrictions imposed for the Brazilian legislation and the existing hygienical concerns in a food industry. The work has as objective to present alternatives for minimizing water consumption and generation of effluent. The development of the work constitutes in the stages that follow: This abstract is comprised of the following stages: collection and analysis of documents; measurement of water consumption, wastewater management (hydric balance); verification of the points of larger consumption, upkeep of administration hydric. The application of the methodology proposals of the hydric management in the industry suggested a reduction of 13 % of the water consumption. The theoretical economy of water consumption, after applied the principles of minimization and reuse of water was well visible, with an important financial economy. Further, the installation of hydrometers in the entrance and exit of the points of bigger consumption of water and application of a monitoring of the outflows of entrance and exit in these points, through an assigned employee to measure the outflows hourly, were entered the water wastefulness that corresponds 9000 L h^{-1} in these critical points. Thus it was possible to reach this reduction. In the study also carried through it was verified that it is clear that united action is necessary among the regulamentary agencies, as well as those related to food and environment safety, industrial processors and teaching and research institutions.

Keywords: water, abattoir, cleaner production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Processo do abate de aves com indicação das principais fontes de águas residuais.....	10
Figura 2.	Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.....	25
Figura 3.	Fluxograma de tratamento de efluentes	33
Figura 4.	Avaliação qualitativa de impactos ambientais conforme os diferentes critérios	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa.....	20
Tabela 2.	Coleta de amostras e análises realizadas.....	32
Tabela 3.	Métodos de análise.....	33
Tabela 4.	Capacidade de captação de água	45
Tabela 5.	Capacidade de armazenamento de água	46
Tabela 6.	Padrões de análises físico-químicas	48
Tabela 7.	Dados gerais do consumo de água no abatedouro de aves	49
Tabela 8.	Resultados das determinações dos parâmetros, amostra 1	51
Tabela 9.	Resultados das determinações dos parâmetros, amostra 2	51
Tabela 10.	Resultados das determinações dos parâmetros, amostra 3	52
Tabela 11.	Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais para o processo produtivo do frigorífico de aves.....	60
Tabela 12.	Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais para a estação de tratamento de efluentes.....	61
Tabela 13.	Índices de impactos ambientais no uso das águas em abril de 2007.....	63
Tabela 14.	Índices de impactos ambientais no uso das águas em julho de 2007.....	63
Tabela 15.	Índices de impactos ambientais no uso das águas em dezembro de 2007.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Análise de Ciclo de Vida
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CCIL	Controle de iluminação
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPQ	Controle de Produtos Químicos
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio incubada por 5 dias
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FAD	Flotação por Ar Dissolvido
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
IDOD	Índice de destruição de oxigênio dissolvido
IE	Índice de Eutrofização
IPA	Índice de Pressão
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PGQ	Programa Garantia de Qualidade
PML	Produção Mais Limpa
PPHO	Programa de Procedimentos Higiênicos Operacional
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal
SAAP	Sistema de Avaliação Ambiental de Processos
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIF	Serviço de Inspeção Federal
THM	Trihalometanos
UASB	Digestor Anaeróbico de Fluxo Ascendente do inglês <i>Up-flow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	07
2.1	Gerenciamento hídrico em frigorífico	08
2.1.1	Água insumo finito	08
2.1.2	Água na indústria de alimentos	08
2.1.3	Qualidade da água e higienização.....	12
2.2	Rede de esgoto impactos ambientais.....	13
2.3	Tratamento das águas residuárias	15
2.3.1	Tratamento primário	15

2.3.2	Tratamento secundário	15
2.3.2.1	Reator anaeróbio de fluxo ascendente (<i>UASB</i>)	16
2.3.2.2	Lagoas de estabilização	17
2.3.3	Tratamento terciário	18
2.4	Produção Mais Limpa	18
2.4.1	Operacionalizações do programa Produção Mais Limpa	22
2.5	Análise quantitativa de entradas, saídas e estabelecimento de indicadores	23
2.6	Identificação das causas de geração de resíduos	23
2.7	Identificação das opções de Produção Mais Limpa	25
2.8	Benefícios da Produção Mais Limpa	27
2.9	Avaliação do desempenho ambiental do processo industrial.....	28
2.9.1	Índice de eutrofização	29
2.9.2	Índice de destruição de oxigênio dissolvido	30
2.9.3	Índice de pressão ambiental	30
2.9.4	Software SAAP (Sistema de Avaliação Ambiental de pressão)	30
3	METODOLOGIA	32
3.1	Delineamento da pesquisa	35
3.2	Metodologia analítica	33
3.3.1	MATRIZ DE LEOPOLD	34
3.3.2	Índices de impactos ambientais	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	Perfil produtivo da indústria	36
4.1.1	Abatedouro.....	40
4.1.2	Capacidade de produção e armazenamento	40
4.1.3	Recebimento, descanso e descarga das aves.....	37
4.1.4	Pendura, insensibilização e sangria das aves	37
4.1.5	Escaldagem e depenagem.....	38
4.1.6	Corte e depilação de pés / patas e rependura	39
4.1.7	Remoção da cabeça	39
4.1.8	Evisceração	39
4.1.8.1	Lavagem inicial das carcaças	39
4.1.8.2	Riscagem do pescoço	40
4.1.8.3	Extração da cloaca	40
4.1.8.4	Corte abdominal	40
4.1.8.5	Evisceração automática	40
4.1.9	Processamento	41
4.1.10	Remoção do papo e traquéia	41
4.1.11	Intersecção do pescoço, sucção de pulmão e remoção do pescoço	42
4.1.12	Lavagem final da carcaça	42
4.1.13	Pré-resfriamento da carcaça.....	42
4.1.14	Graxaria	43
4.1.15	Pendura e gotejamento	43
4.1.16	Pré-resfriamento dos miúdos e cortes.....	43
4.1.17	Embalamento primário e secundário da carcaça	43
4.1.18	Expedição	44
4.1.19	Tempos diversos do processo	45
4.2	Captação e gerenciamento de água	45
4.2.1	Poços de abastecimento e reservatórios	45
4.2.2	Depósito de gelo	46

4.2.3	Cloração da rede geral	47
4.2.4	Estação de Tratamento de Efluentes	47
4.2.5	Consumo de água no abatedouro	49
4.3	Caracterização dos efluentes produzidos na indústria	50
4.4	Descrição do processo de tratamento	52
4.4.1	Controle de efluentes na estação de tratamento	55
4.5	Alternativas para gerenciamento de efluentes	55
4.6	Matriz Leopold	56
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	66
6	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

Água potável está se tornando um recurso escasso em muitas regiões. A necessidade em conservar água através de reúso é crucial para a natureza finita deste insumo essencial à vida e de demanda em crescimento para seu uso em atividades domésticas, agrárias e industriais. Mesmo num país de dimensões continentais como o Brasil, que detém o maior estoque de água doce do planeta, a gestão dos recursos hídricos é tarefa inadiável e urgente (KELMAN, 2003).

A indústria de alimentos consome grande quantidade de água potável e há grandes e consideráveis limitações para o reúso de água devido as restrições impostas pela legislação e preocupações higiênicas. Condições legais, diretrizes e regulamentos, têm sido criadas admitindo ou não restringindo o uso de água não potável e de água proveniente de reúso potável direto e indireto nestas indústrias (CODEX ALIMENTARIUS, 1999, 2001). Contudo, são necessárias análises cautelosas de cada caso baseado num completo conhecimento do risco envolvido para a segurança do produto alimentício e, conseqüentemente, para a saúde dos consumidores.

Durante o desenvolver deste trabalho, verificou-se que a legislação brasileira afirma que a água a ser utilizada em todos os processos de uma indústria de alimentos deve ser potável. Contudo, há a carência da elaboração de novos regulamentos legais para a prática de reúso em indústria de alimentos. A formulação ideal seria em conjunto com agências nacionais de segurança alimentar e ambiental dos Ministérios do Meio Ambiente, da Saúde e da Agricultura e do Abastecimento, indústrias processadoras e institutos de ensino e pesquisa.

Juntamente com a expansão da atividade de abate e processamento de carnes em todo país, surgem os problemas ambientais, derivados, principalmente, do grande consumo de água e geração de efluentes com alta carga poluidora. Geralmente as empresas lançam seus efluentes em receptores hídricos, que se forem volumosos e perenes conseguem diluir a carga recebida sem sofrer maiores prejuízos. O que ocorre, normalmente, é que esses receptores são de pequeno porte, causando processo de eutrofização e consumo do oxigênio dissolvido.

Uma ferramenta que pode auxiliar as empresas na adoção de processos que acarretem menos impacto ao meio ambiente é a utilização de técnicas de Produção Mais Limpa, cujo princípio básico é eliminar a poluição durante o processo de produção, não no final. A produção

mais limpa exige que todos os processos industriais sejam avaliados, verificando sua real eficiência quanto ao emprego de recursos e energia.

Os problemas ambientais oriundos de abatedouros de aves na Região do Vale do Taquari, assentam-se no paradigma de fim de tubo, que consiste na concepção de que todo processo de produção gera resíduos, e que estes serão tratados a *posteriori*. Ao contrário, a proposta de Produção Mais Limpa (PML) esta baseada em princípios voltados para a sustentabilidade econômico-social e ambiental dos empreendimentos produtivos e das atividades prestadores de serviços, priorizando ações preventivas para eliminação ou minimização de perdas ainda na fonte geradora. Isto resulta em melhor desempenho ambiental segundo Kiperstock (2001).

Esta dissertação tem o objetivo geral desenvolver uma estratégia de gestão hídrica obedecendo à legislação de um frigorífico e apresentar alternativas para a minimização do consumo de água e geração de efluentes. E, como objetivos específicos:

- Avaliação do balanço hídrico: medição de consumo e geração de efluentes pontuais e globais;
- Caracterização de impactos ambientais associados ao uso da água;
- Desenvolver propostas para minimização, reciclou e reúsos diretos e indiretos de água.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gerenciamento hídrico em frigorífico

2.1.1 Água - insumo finito

A escassez de água é um problema mundial que poderá afetar gerações futuras se não houver uma profunda conscientização da necessidade da conservação deste insumo. Nos últimos 50 anos, a demanda de água aumentou seis vezes, em contrapartida a população mundial cresceu apenas três vezes (KELMAN, 2003). Esse problema pode ser agravado com a poluição dos corpos d'água (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Normalmente, devido à cultura remanescente da água ser um recurso natural com fonte infinita e abundante, utiliza-se água potável para fins industriais menos nobres ou exigentes, como: sistemas de resfriamento, irrigação, fornecimento de água para animais e descargas sanitárias (SASTRY; SUNDARAMOORTHY, 1996; WILLERS et al., 1999). Entretanto, órgãos ambientais vêm incentivando o reúso de água e de efluente tratado como alternativas para usos que não exigem água potável (BRASIL, 2004). Uma vez que a legislação atual exige o tratamento de efluentes industriais alcançando parâmetros de qualidade físicos, químicos e microbiológicos pré-estabelecidos e compatíveis com as condições do respectivo curso de água superficial (BRASIL, 2005), o efluente tratado pode ser considerado como uma fonte de água, particularmente onde este insumo é escasso (CHARTZOULAKIS et al., 2001).

Por conseguinte, órgãos ambientais incentivam e reconhecem que as buscas por alternativas de otimização de consumo de água (avaliação da demanda), de redução de efluentes gerados e de uso de fontes alternativas de água vêm ganhando destaque no contexto mundial com ações tecnológicas, institucionais e educacionais (SAUTCHÜK et al., 2005).

2.1.2 Água na indústria de alimentos

A redução de impactos ao meio ambiente tornou-se um dos focos principais das empresas, que estão deixando de serem voltadas somente aos aspectos econômicos para se posicionarem em favor da proteção e recuperação ambiental.

Novos padrões ambientais podem dar início a um processo de inovações que resultem no aumento da eficiência produtiva, em novas oportunidades de negócios ou em produtos menos agressivos ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que contribuem para a competitividade da empresa (GAMUS, 1997).

Sob o ponto de vista econômico, a preservação e o uso racional de recursos naturais contrapõem-se ao desenvolvimento econômico e à lucratividade da empresa, pois, na maioria das vezes, necessita de investimentos em inovações. Mas, é comprovado que esses investimentos iniciais reduzem custos com a proteção ambiental, diminuem riscos, ou ainda fazem com que a indústria use matérias-primas e energia de forma mais produtiva (DONAIRE, 1999).

O reaproveitamento das águas residuárias é uma prática que vem sendo incrementada nos últimos anos, como conseqüência da necessidade de ser considerada a oferta hídrica, e vem permitindo, também, a amortização dos investimentos aplicados no tratamento de efluentes, o que torna propício a revisão de padrões de consumo, produção e tratamento da mesma (PINHEIRO, 1994).

O gerenciamento das águas em indústria de processamento de carnes desperta interesse pelo momento que o mundo está vivendo em relação à escassez de recursos hídricos, já que esta contribui de forma significativa na emissão de efluentes em cursos receptores. No Brasil, ainda vêm sendo adotadas medidas de tratamento das águas no final do processo produtivo. Entretanto, além de ser dispendioso, ele traz desperdícios de matérias primas, energia e recursos naturais.

A Figura 1 mostra de forma simplificada, o fluxograma geral do processo de abate de aves. Dentre os processos utilizados, uma das maiores preocupações do setor é o alto consumo de água e emissão de despejos líquidos.

Pela Figura 1, observam-se as etapas mais críticas em relação ao consumo de água no abate de aves. Recepção, insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, pré-resfriamento, gotejamento e cortes são as etapas que contribuem de forma significativa no consumo de água e geração de águas residuárias. No abate, o volume médio a ser utilizado é de 30 litros por ave (BRASIL, 1998).

O consumo de água e geração de efluentes no processo de abate de aves devem-se principalmente à (BRASIL, 1998):

- Umidificação do ambiente na plataforma de recepção quando o abate não for imediato;
- Lavagem dos veículos de transporte dos animais;
- Renovação contínua da água e troca do volume total de água a cada 8 horas nos tanques de insensibilização e escaldagem. A escaldagem pode ocorrer também por pulverização de água quente ou vapor na primeira etapa de lavagem para remover impurezas, sangue e para facilitar a retirada das penas;
- Banho de aspersão com jatos de água sob adequada pressão nas carcaças para facilitar a remoção de penas e outras sujidades antes da evisceração;
- Renovação contínua da água dos resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim. Cada tanque do sistema de pré-resfriadores deve ser esvaziado, limpo e desinfetado, no final de cada período de trabalho (oito horas) ou, quando se fizer necessário, o que gera grande volume de água residuária. O reaproveitamento desta água poderá ser permitido, desde que venha a apresentar novamente os padrões de potabilidade exigidos. A proporção mínima deve ser de 1,5 litros por carcaça no primeiro estágio e 1,0 litro no último estágio.

A sangria contribui de forma significativa na geração e caracterização dos efluentes, pois além do consumo de água, deve-se considerar o fato de que o sangue possui alta DBO (demanda bioquímica de oxigênio), aproximadamente $165.000 \text{ mg.L}^{-1}$ (PARDI, 1993).

É difícil determinar o volume necessário de água para o abastecimento higiênico de um estabelecimento de abate e industrialização de carnes, já que essa participa de todas as etapas do processo, e, também, deve-se considerar as características individuais de cada caso particular. O volume de água consumido diminui à medida que cresce o número de animais abatidos, pois a quantidade consumida para usos gerais não sofre maiores variações e se mantém mais ou menos estável (MUCCILO, 1985).

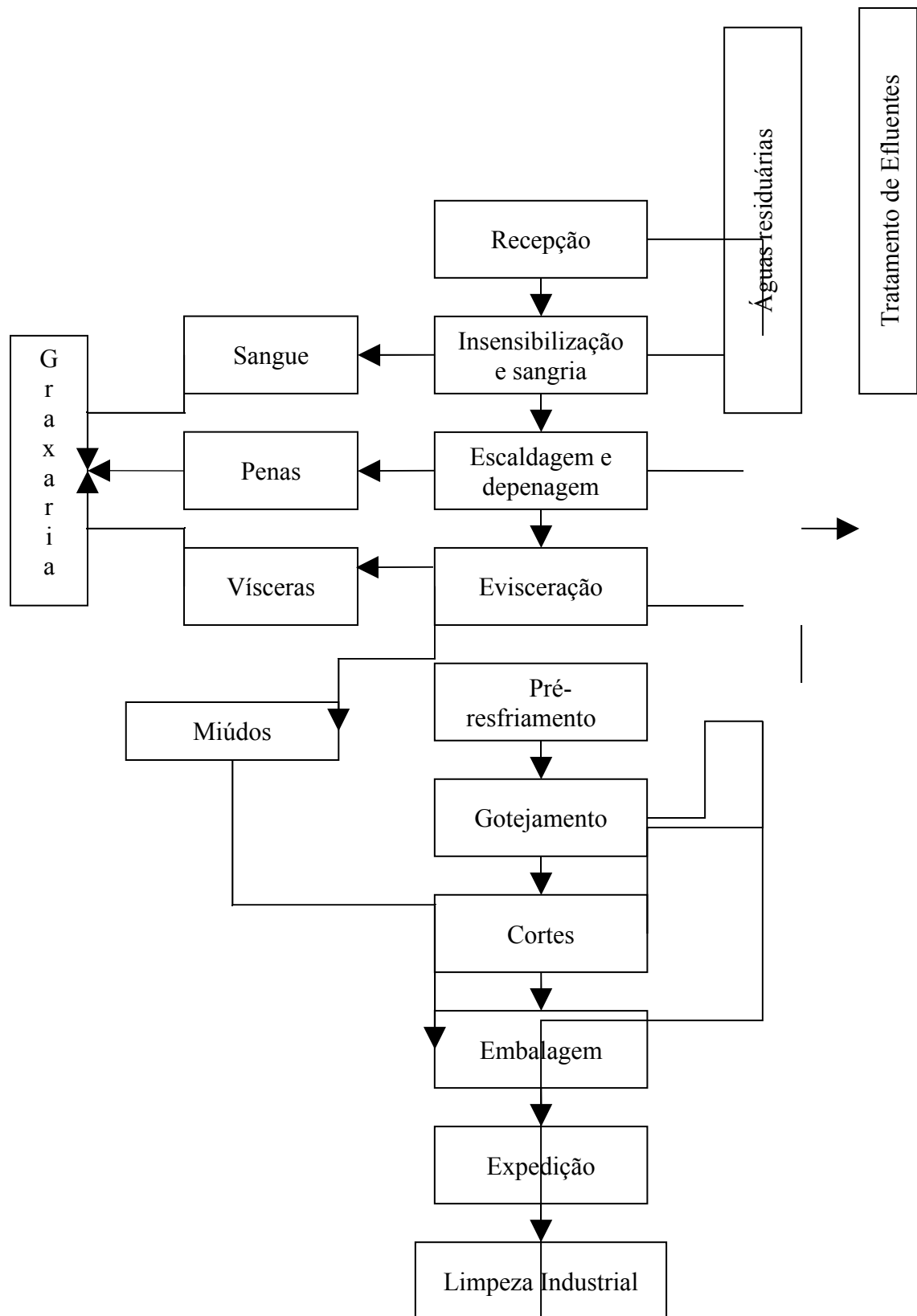


Figura 1. Processo do abate de aves com indicação das principais fontes de águas residuais.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações de SCARASSATI e colaboradores(2003).

2.1.3 Qualidade da água e higienização

É de grande importância a qualidade da água que o estabelecimento utiliza, já que ela é considerada matéria-prima na composição de diversos produtos (MANIOS, 2003).

Todos os regulamentos recomendam que a água seja potável, para prevenir a ocorrência de acidentes e contaminações. Somente nos casos de grande necessidade, pode-se utilizar água não potável, em caráter precário, para serviços de combate a incêndios ou nos condensadores do sistema de refrigeração, porém as tubulações não deverão atravessar as dependências dos estabelecimentos onde se elaboram produtos comestíveis (CRUZ, 2007).

O artigo 62 da Lei do Ministério da Agricultura e Pecuária nº 1.283/1950 (RIISPOA) estabelece os padrões de potabilidade da água utilizada para qualquer espécie animal. O único ponto em que é autorizada a hipercloração (no máximo até 5 mg L⁻¹) é na água de pré-resfriamento de carcaças de aves (BRASIL, 1998).

Os estabelecimentos de abate e industrialização de carnes possuem aspectos peculiares, no que diz respeito à quantidade de gordura e detritos altamente putrescíveis, que tornam as operações de limpeza complexas e de extrema importância. É fundamental para evitar-se a contaminação dos alimentos que, durante todo o processamento, os resíduos sólidos sejam, imediatamente, levados ao destino que lhes for indicado, através de condutores especiais ou em carrinhos identificados (MUCCILO, 1985).

Para uma correta higienização deve ser obedecida à seqüência de operações:

- Pré-lavagem para a remoção de resíduos que se encontram impregnados em equipamentos, paredes ou pisos. Pode ser utilizado água potável sob pressão. A água amolece a sujeira e torna mais fácil sua remoção. Muitas vezes se emprega água quente à 60 – 70°C para remoção da gordura. Para uma boa limpeza, pressupõe-se que haja grande disponibilidade de água (MUCCILO, 1985);
- Detergência: de todas as classes de detergentes, somente os alcalinos e os fosfatos encontram largo emprego na indústria de carnes devido à sua eficiência e baixo custo. Dificilmente um detergente apresenta todas as características desejáveis para um bom

detergente, podendo a indústria fazer combinações das fórmulas existentes no mercado, para atender da melhor forma suas necessidades (MUCCILOLO, 1985);

- Desinfecção: a fim de complementar a ação dos detergentes, faz-se uso de desinfetantes ou sanitizantes, para obtenção de superfícies química e biologicamente limpas (PARDI et al., 1993).

Entre os métodos físicos de desinfecção, cita-se: calor, radiações ultravioleta e ionizante e a precipitação eletrostática. O calor é o mais antigo e eficiente agente de esterilização, sobretudo se utilizado na forma úmida de vapor saturado sob pressão, devendo ser aplicado em superfícies sem nenhum tipo de matéria orgânica. Em indústrias de processamento de carnes, o vapor é aplicado na esterilização de pisos, paredes, equipamentos, máquinas e utensílios, muitas vezes usando câmaras onde são colocados os objetos ou através de jatos sob pressão, sobre mesas, tanques, máquinas e outros equipamentos fixos (MUCCILOLO, 1985).

Os agentes químicos representam o meio mais econômico de desinfecção. Os mais utilizados para esterilização são os quaternários de amônio, alguns halogênios e gases. Os agentes mais tradicionais são os halogênios, embora tenham surgido preparações de iodo nos últimos tempos, o cloro e seus compostos são os mais utilizados. Os hipocloritos apresentam grande eficiência e ação residual além de baixo custo, sendo o mais empregado atualmente. A matéria orgânica reduz, consideravelmente, a ação bactericida do cloro, devendo este ser utilizado após a limpeza e detergentes dos equipamentos a desinfetar (MUCCILOLO, 1985).

Para a higienização das máquinas e utensílios seguem-se os mesmos procedimentos utilizados para dependências, realizando-se primeiro a remoção de detritos com posterior lavagem com água quente, aplicação de detergentes e, finalmente, desinfetantes. Para máquinas e utensílios fixos (mesas, tanques, trilhos e plataformas), utiliza-se também vapor saturado sob pressão. Para utensílios móveis (carros, bandejas, gaiolas de defumação e estantes), a aplicação é realizada em câmaras ou cabines hermeticamente fechadas.

A limpeza e esterilização de certos utensílios móveis (carretilhas, ganchos e formas) são feitas por imersão em água quente contendo soluções detergentes e desinfetantes (MUCCILOLO, 1985).

A indústria deve dispor de bebedouros, vestiários, sanitários e lavatórios, e pode dispor também de refeitório, que devem ser mantidos higienizados e em estado de conservação satisfatório (PURICELLI, 2001). Os lavatórios devem ser instalados em gabinetes de higienização, vestiários, sanitários e nas salas de manipulação. Suas torneiras devem ser acionadas a pedal ou outros mecanismos que impeçam o uso direto das mãos e deve possuir ainda recipiente para sabão líquido e toalhas descartáveis. Na entrada do estabelecimento de

abate deve estar disponível pedilúvio com solução desinfetante e localização à soleira da porta, com passagem obrigatória por ele (BRASIL, 1998).

2.2 Rede de esgotos e impactos ambientais

A grande variedade de resíduos sólidos e de materiais orgânicos putrescíveis, como sangue e gordura, torna necessário a observação de diferentes diâmetros na tubulação de esgotos e diferentes inclinações do piso, havendo casos em que a drenagem é feita por canaletas cobertas por grades removíveis (MUCCILOLO, 1985).

Os ralos, situados nos pontos mais baixos dos pisos, devem ser sifonados para impedir refluxo de emanções, e todas as linhas da rede devem ser ventiladas e contar com grandes redes nas aberturas externas para não permitir a passagem de roedores. Não pode haver estagnação de água, sangue ou resíduos, nas áreas onde a carcaça fica exposta a contaminações por salpicos de materiais que se acumulam no piso (MUCCILOLO, 1985).

Também deve ser separada a drenagem dos sanitários e refeitórios existentes no estabelecimento (MUCCILOLO, 1985; SCHERR, 1996).

Parte dos estabelecimentos lançam suas águas residuárias diretamente em cursos de água, se estes tiverem grande volume e vazão são capazes de diluir a carga recebida sem maiores prejuízos. Mas, freqüentemente, os rios são de pequeno porte, e o efluente é muito volumoso, tornando as águas receptoras impróprias à vida aquática e a qualquer tipo de abastecimento, seja ele agrícola, comercial, industrial ou recreativo. Nesses casos, o efluente industrial constitui agente poluidor das águas, ameaçando, assim, a saúde pública (MUCCILOLO, 1985).

Na indústria de produtos cárneos, os resíduos são muito volumosos e apresentam alta concentração de matéria orgânica, podem apresentar o teor DBO é de aproximadamente 800 a 32.000 mg.L⁻¹. Devido à sua constituição, esses despejos são altamente putrescíveis, iniciando a decomposição em poucas horas. E, também são focos de proliferação de insetos e odores desagradáveis (PARDI et al., 1993, SCARASSATI, 2003).

Os despejos desses estabelecimentos contêm sangue, gorduras, excrementos e substâncias estomacais dos animais, resíduos da lavagem de pisos, equipamentos e utensílios, além de esgoto cloacal. A natureza dos despejos depende dos hábitos de trabalho do estabelecimento e, fundamentalmente, da recuperação do sangue.

Presença de grande quantidade de detergentes vindos dos processos de limpeza e higienização levam à formação de espumas na etapa de aeração, ocasionando problemas na estação de tratamento de efluentes (PARDI et al., 1993).

2.3 Tratamento de águas residuárias

O tratamento da água tem a finalidade de reduzir impurezas nela presentes, de forma a torná-la com condições adequadas para lançamento no corpo receptor.

São vários os processos de tratamento, os quais são utilizados em função da composição do efluente bruto e das características que se desejam para o efluente final, as quais dependem da capacidade do corpo receptor para receber carga poluidora e dos usos da água a jusante do local de lançamento (MOTA, 2003).

No tratamento preliminar há remoção de sólidos, por meio de gradeamento e caixa de areia. O gradeamento e a remoção da areia têm a finalidade de proteger as tubulações, válvulas, bombas e outros equipamentos das estações de tratamento, a fim de evitar problemas operacionais ou aumento de serviços de manutenção (MOTA, 2003).

As peneiras são feitas de metal, e interceptam partículas de vários tamanhos, dependendo do tamanho da malha. Malhas grossas possuem a abertura de 6 a 25 milímetros, enquanto malhas menores possuem aberturas de até 6 milímetros.

A eficiência do tratamento preliminar para a remoção da demanda química de oxigênio (DQO) é de 25 a 40%, e para a remoção de sólidos solúveis é de 50 a 70% (MITTAL, 2005).

2.3.1 Tratamento primário

Esta etapa caracteriza-se pela remoção de sólidos sedimentáveis (lodo) e parte da matéria orgânica. Em estações convencionais, existem os decantadores primário e secundário. O lodo do decantador primário sofre um tratamento separado, podendo constar de digestão, secagem, adensamento, desidratação ou aplicação no solo. Após a secagem o lodo pode ser utilizado como adubo orgânico, em práticas agrícolas (MOTA, 2003).

Um sistema de tratamento primário muito popular é o sistema FAD (flotação por ar dissolvido). É um método eficiente para redução de gordura, sólidos suspensos e DBO. Neste sistema, bolhas de ar são injetadas no fundo de um tanque, o que leva os sólidos e materiais

como gordura para a superfície, onde a espuma formada é constantemente descartada. Polímeros e coagulantes de sangue, como sulfato de alumínio e cloreto férrico, são comumente usados para aumentar a floculação. A remoção de DQO pelo sistema FAD varia de 32 a 90%, e este sistema também é capaz de remover grandes quantidades de nutrientes (MITTAL, 2006).

O processo de floculação-coagulação é muito utilizado para o tratamento de efluentes de abatedouros. A remoção de fósforo é alta, de 100% para o ortofosfato e de 98,93 a 99,9% para o fósforo total. A remoção de nitrogênio amoniacal é baixa, enquanto para o nitrogênio albuminóide é considerada alta, de 73,9 a 88,8% (MITTAL, 2006).

A taxa de remoção de DQO, utilizando-se combinações de sulfato de alumínio, cloreto férrico e cloreto de polialumínio como coagulantes e floculantes oscila entre 45 e 75% (MITTAL, 2006).

2.3.2 Tratamento secundário

Também chamado de tratamento biológico, tem por objetivo principal a redução de DBO pela remoção da matéria orgânica em suspensão ainda presente no efluente de tratamento primário. Pode remover mais de 90% da carga poluidora de um efluente. A redução de DBO e sólidos suspensos pode ser realizada por meio aeróbios ou anaeróbios (MITTAL, 2006).

Tratamentos aeróbios envolvem a degradação da matéria orgânica por microorganismos em presença de oxigênio. Ocorre cerca de 40 a 50% de degradação biológica, com conseqüente conversão em CO₂. Há uma enorme incorporação de matéria orgânica como biomassa microbiana, de 50 a 60%, que consiste no lodo excedente do sistema. O material orgânico não convertido em CO₂ ou em biomassa deixa o reator como material não degradado. (MOTA, 2003)

O tratamento secundário por meio aeróbio é feito, nas estações de tratamento convencionais, através de dois processos: lodos ativados e filtro biológico aeróbio.

- **Lodo ativado**

O sistema consta de uma unidade de aeração (reator aeróbio) e outra de decantação (decantador secundário). No reator é fornecido oxigênio ao efluente, através de aeradores ou insufladores de ar (difusores), sendo, também, adicionado lodo proveniente do decantador secundário. O oxigênio é utilizado pelas bactérias aeróbias na oxidação da matéria orgânica.

O lodo ativado é o floco produzido no efluente pelo crescimento de bactérias ou outros microorganismos na presença de oxigênio. Esse lodo funciona como coagulante, atraindo a matéria orgânica presente no efluente, a qual é sedimentada no decantador secundário.

Parte do lodo do decantador secundário é destinada ao tanque de aeração, para atuar como floculador, sendo o restante encaminhado ao decantador primário. (MOTA, 2003)

- Filtro biológico aeróbio

O sistema consta de um meio filtrante composto de pedras, cascalho, plástico ou de outro material grosseiro, por onde o efluente percola, de cima para baixo. Na superfície do material filtrante forma-se uma película de microorganismos, a qual é responsável pela decomposição da matéria orgânica do efluente. Nos filtros aeróbios, o ar circula nos espaços existentes entre as pedras, de forma natural ou provocada por meios artificiais (exaustores).

O lodo proveniente das fases primária e secundária do tratamento é constituído principalmente por água e matéria orgânica. Ele pode ser digerido por via anaeróbia em um processo que leva várias semanas para se completar. O lodo que permanece após o processo de decomposição orgânica – e da remoção do sobrenadante – é, às vezes, incinerado ou usado como aterro sanitário, ou simplesmente vertido em um corpo de água. Contudo o lodo é rico em nutrientes para as plantas, por isso, em alguns municípios, ele é disperso sobre os campos como fertilizante de baixo teor (MOTA, 2003).

Ambos os processos requerem algum tempo de contato entre o efluente e o microorganismo. Detergentes e produtos químicos podem interferir nos processos de tratamentos biológicos (MITTAL, 2006).

Os sistemas anaeróbios são muito utilizados para tratamento de efluentes de abatedouros, pois estes são ricos em matéria orgânica. A diminuição da taxa de DBO ocorre pela redução de compostos orgânicos a metano e dióxido de carbono, através da ação de bactérias, na ausência de oxigênio. Cerca de 70 a 90% do material orgânico biodegradável presente no despejo é convertida em gás. Cerca de 5 a 15% do material orgânico é convertido em biomassa microbiana, ou seja, o lodo excedente do sistema. A taxa de hidrólise das gorduras depende do comprimento da cadeia carbônica, estado (sólido ou líquido) e área superficial. Já a taxa de hidrólise das proteínas depende do tipo (globular ou fibrosa), área de superfície e solubilidade. O metano produzido pode ser recuperado e utilizado como fonte de energia (CHERNICHARO, 1997, MITTAL, 2006).

2.3.2.1 Reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB)

No UASB, o efluente, entra no fundo do digestor, flui para cima por uma camada compacta de bactérias (manta de lodo), e sai ao topo do reator. Um dispositivo de separação de gases e sólidos, localizado abaixo do decantador, garante as condições ótimas para a

sedimentação das partículas que se desgarram da manta de lodo, permitindo que voltem à câmara de digestão, ao invés de serem arrastadas para fora do sistema. O sucesso da operação depende da formação de flocos ou grânulos de bactérias que se acumulam facilmente no fundo do reator. A eficiência do reator para remoção de DQO é de 80 a 85% quando operado com uma taxa de DQO de 2,7 a 10,8 Kg DQO/m³/d (MITTAL, 2006).

Os reatores de manta de lodo apresentam inúmeras vantagens em relação aos processos aeróbios convencionais. Suas características principais são:

- Sistema compacto, com baixa demanda de área;
- Baixo custo de implantação e de operação;
- Baixa produção de lodo;
- Baixo consumo de energia;
- Possibilidade de reinício após longas paralisações;
- Elevada concentração de lodo excedente;
- Boa desidratação do lodo.

Algumas desvantagens também podem ser atribuídas ao UASB, como a emanção de maus odores; baixa capacidade de tolerância de cargas tóxicas; elevado intervalo de tempo para partida do sistema e a necessidade de uma etapa de pós-tratamento.

Apesar das grandes vantagens dos sistemas anaeróbios, ainda há necessidade de um pós-tratamento, como forma de adequar o efluente à legislação ambiental. O pós-tratamento tem a função de completar a remoção de matéria orgânica e também auxiliar na remoção de constituintes pouco afetados no sistema anaeróbio, como nutrientes e patogênicos. É comum a utilização de lagoas de estabilização para dar polimento ao efluente, tanto em termos de remoção de nutrientes, quanto DQO e agentes patogênicos (CHERNICHARO, 1997).

2.3.2.2 Lagoas de estabilização

São também denominadas lagoas de oxidação. Aproveitam fenômenos naturais, sendo indicadas para climas tropicais.

Podem ser classificadas de acordo com o tipo de atividade biológica que nelas se processam:

- Lagoas facultativas: Ocorre tanto decomposição anaeróbia quanto aeróbia. Através da fotossíntese, as algas liberam oxigênio, o qual é utilizado por bactérias aeróbias para

decomposição da matéria orgânica. Já, o lodo presente no efluente deposita-se no fundo, sendo decomposto por bactérias anaeróbias;

- Lagoas anaeróbias: Bactérias decompõem anaerobicamente a matéria orgânica presente no efluente;
- Lagoas aeróbias: Ocorre a decomposição da matéria orgânica por meio de processo aeróbio. Também são chamadas de unidades de maturação ou polimento;
- Lagoas aeradas: O oxigênio é introduzido por equipamentos de aeração. O sistema deve promover a suspensão do lodo biológico, pois esse processo não inclui algas (PARDI, 1993, MOTA, 2003).

2.3.3 Tratamento terciário

Nesta etapa do processo há remoção de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, que atuam como principal estímulo no processo de eutrofização de corpos d'água. Há também remoção de compostos tóxicos ou não biodegradáveis e microorganismos patogênicos (MOTA, 2003).

2.4 Produção mais limpa (PML)

De acordo com a UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial) e UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), a produção mais limpa pode ser definida com a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos e nos produtos e nos serviços (SENAI, 2003b). O princípio básico do PML é eliminar a poluição durante o processo de produção e não no final (GOUVINHAS e PIMENTA, 2004).

As técnicas de produção mais limpa surgiram como forma de aumentar a vantagem competitiva, já que nas últimas décadas as questões ambientais e suas conseqüências têm vindo à tona, em um mundo que já não dispõe de capacidade suficiente de absorção da totalidade de carga poluidora gerada (GONÇALVES, 1997).

O principal objetivo da PML é eliminar ou reduzir a emissão de poluentes para o meio ambiente, ao mesmo tempo em que otimiza o uso de matérias-primas, água e energia. Dessa forma, além de um efeito de proteção ambiental de curto prazo, a produção mais limpa incrementa a eficiência no uso de recursos naturais, gerando melhorias sustentáveis de longo prazo (SENAI, 2003a).

Quando se refere a processos, o conceito de produção mais limpa salienta:

- Conservação de matérias-primas e energia;
- Eliminação de matérias-primas tóxicas;
- Redução na quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos.

Em relação a produtos:

- Redução nos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, da extração da matéria prima até a disposição final.

E, referindo-se a serviços:

- Incorporação de conceitos ambientais dentro do projeto e execução dos serviços (GONÇALVES, 1997).

A metodologia para implantação do programa de produção mais limpa foi desenvolvida pela UNIDO e UNEP, com base no conhecimento europeu sobre gestão de resíduos e desperdícios energéticos e materiais (COELHO, 2002).

Um dos objetivos do programa de Produção Mais Limpa é fortalecer economicamente a indústria através da prevenção da poluição, visando contribuir com a melhoria da situação ambiental de uma região (SENAI, 2003b).

Na literatura (SENAI, 2003a), é freqüente encontrar relação entre produção limpa, tecnologias limpas, tecnologias mais limpas, produção mais limpa, tecnologias de baixos desperdícios, entre outras.

É importante apresentar as características de produção mais limpa e produção limpa, para facilitar o entendimento do nível de comprometimento relacionado a cada um desses programas, que podem ser adotados por uma empresa visando a uma melhor gestão ambiental.

Os programas de produção mais limpa e produção limpa são baseados no princípio da prevenção da poluição, da exploração sustentável de fontes de matérias-primas, da redução no consumo de água e energia e da utilização de indicadores de desempenho ambiental. No entanto, a proposta de produção limpa é mais audaciosa, pois:

- Baseia-se no princípio da precaução, o qual determina o não-uso de matérias primas e não-geração de produtos com indícios ou suspeitas de provocar problemas ambientais;
- Avalia o ciclo de vida do produto/processo considerando a visão holística;
- Disponibiliza ao público em geral informações sobre riscos ambientais de processo e produtos;
- Estabelece critérios para tecnologia limpa, reciclagem atóxica, *marketing* e comunicação ambiental;

- Limita o uso de aterros sanitários e tem restrições à incineração como alternativa de tratamento de resíduos.

O programa de produção mais limpa representa um processo de melhoria contínua visando tornar a atividade produtiva cada vez menos danosa ao meio ambiente. As metodologias propostas pela produção mais limpa não se baseiam apenas em tecnologia, englobando também a forma de gestão das empresas.

As técnicas de produção mais limpa 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 (COELHO, 2002).

Já a produção limpa pode ser definida como um processo circular, com uso de insumos, matéria-prima e energia da forma mais racional possível e, quando os resíduos forem inevitáveis, que esses possam retornar via reciclagem e tornem-se subprodutos (MACHADO, 2006). Os conceitos de produção mais limpa divergem do conceito das tecnologias “fim-de-tubo”. Na primeira é feito um estudo para as causas de geração do resíduo, enquanto a segunda dedica-se somente à solução do problema, sem transferi-lo (SENAI, 2003a). As tecnologias “fim-de-tubo” se caracterizam pelo baixo valor dos seus subprodutos, pelo alto custo da sua implementação e pelo fato de não eliminar os poluentes, mas apenas transferi-los de um meio receptor para outro (COELHO, 2002). 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	Uso eficiente de matérias-primas, água e

eficiente de matérias-primas, água e energia.

energia.

Leva a custos adicionais.

Ajuda a reduzir custos.

Fonte: CNTL, 2003a.

Outro conceito importante, dentro deste contexto, é a eco-eficiência é alcançada pela entrega de produtos e serviços com preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e que contribuam para a melhoria da qualidade de vida, através da redução dos impactos e dos recursos energéticos, bem como pela análise do ciclo de vida (GONÇALVES, 1997).

Para ser eco-eficiente uma empresa precisa conhecer o sistema natural em que opera e sua capacidade de absorver as tensões externas, como por exemplo, descarga de poluentes, sem que sua estrutura e funções sejam alteradas.

Os sete princípios da eco-eficiência podem ser definidos como:

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

A eco-eficiência é considerada uma grandeza incomensurável, pois não é possível sua comparação com um padrão de medida conhecida. Como não pode ser medida, avalia-se perante critérios pré-estabelecidos.

É possível analisar a eco-eficiência de um processo industrial através da análise de seus fluxos de energia, de informação e de massa. Avalia-se em relação da renovabilidade e otimização do aproveitamento de seus recursos, da relação do resíduo gerado com o produto final agregado de valor econômico e da massa que passa a ser reaproveitável no processo.

O processo será mais eco-eficiente quanto maior for a relação dos seus recursos renováveis e não renováveis. Deve-se minimizar o uso de recursos econômicos, ou seja, insumos adquiridos pela empresa que possuem valor agregado vindos de seu processamento. O melhor reaproveitamento de recursos e a conseqüente minimização de resíduos também tornam um processo mais eco-eficiente (ANDREOLI, BOLLMANN e OLIVEIRA 2004).

2.4.1 Operacionalização do programa de produção mais limpa na empresa

O CNTL, Centro Nacional de Tecnologias Limpas, tem por objetivo estabelecer uma rede formada por instituições e profissionais, a fim de facilitar a transferência de informações e tecnologia às empresas, permitindo a incorporação de técnicas de produção mais limpa em seus sistemas de gerenciamento ambiental. Essa transferência de informações e de conhecimentos visa estimular ações para a produção mais limpa (SENAI, 2003a).

A implantação do programa de produção mais limpa em uma empresa, com base na metodologia desenvolvida pela UNIDO, consiste na avaliação do processo produtivo, seja qual for a natureza, e na aplicação de técnicas que possam envolver desde a mudança de matéria-prima/insumo, consumo de água e de energia, tecnologia/processo, procedimento operacional, e até mesmo a mudança do próprio produto (COELHO, 2002).

O primeiro passo para implementação de um programa de produção mais limpa é a pré-sensibilização do público alvo através da exposição de casos bem sucedidos, ressaltando seus benefícios econômicos e ambientais.

Deve ser enfatizada, durante a pré-sensibilização, a necessidade de comprometimento gerencial da empresa, sem o qual não é possível desenvolver o programa de produção mais limpa (SENAI, 2003a).

A análise do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo; visualização da geração de resíduos durante o processo, agindo como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões (SENAI, 2003a).

Os materiais que compõem o fluxograma são classificados da seguinte forma:

- Matéria-prima: Recurso natural ou semi-manufaturado que será submetido a operações ou etapas em processo produtivo até tornar-se um produto final;
- Produto: É o bem resultante da atividade produtiva, considerado como o objetivo final do processo;
- Resíduo, efluente e emissão: itens de saída dos processos, normalmente associados às entradas deste processo.

Ainda podem ser incluídos no fluxograma, materiais auxiliares, produtos da etapa e subprodutos (SENAI, 2003b).

Após o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa, procede-se o levantamento dos dados quantitativos de produção e ambientais existentes, utilizando fontes disponíveis como por exemplo, estimativas do setor de compras. É necessário o conhecimento das entradas e saídas, mas sem detalhar por etapa do fluxograma. Também são necessários

dados referentes à estocagem, armazenamento, acondicionamento e situação ambiental da empresa (SENAI, 2003a).

O levantamento de dados não é apenas usado para identificar as entradas e saídas, mas também custos relativos a estas entradas e saídas. Este é um passo muito importante, pois pode levar à gerência da empresa a rápida implantação de um programa de produção mais limpa (SENAI, 2003b).

A partir da avaliação procede-se uma hierarquização das prioridades a serem atacadas. Faz-se perguntas do tipo: Onde são os maiores desperdícios? Qual é o maior problema? (GONÇALVES, 1997).

Alguns critérios podem ser levados em conta para a determinação das prioridades, como:

- Nível de periculosidade para o meio ambiente;
- Custos das matérias-primas;
- Quantidade de resíduos e emissões e custos de gerenciamento (tratamento e disposição);
- Potencial de responsabilidade ambiental;
- Potencial para recuperação de subprodutos;
- Perigos à segurança dos empregados e às áreas vizinhas (SENAI, 2003b).

2.5 Análise quantitativa de entradas, saídas e estabelecimento de indicadores

Nesta fase faz-se um levantamento mais detalhado dos dados quantitativos nas etapas do processo. Os itens avaliados são os mesmos da atividade de realização do diagnóstico ambiental e de processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes.

A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de produção mais limpa implantadas. Devem ser analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação, para posteriormente proceder-se a comparação (SENAI, 2003a).

2.6 Identificação das causas da geração de resíduos

Com os dados levantados no balanço material (quantificação) são avaliadas as causas de geração dos resíduos na empresa.

- Fatores operacionais:

- Consumo de água e energia não conferidos;

- Utilização desnecessária ou sobrecargas de equipamentos;
 - Falta de manutenção preventiva;
 - Etapas desnecessárias no processo;
 - Falta de informações de ordem técnica e tecnológica.
- Matérias-primas:
- Uso de matérias-primas de menor custo, abaixo do padrão de qualidade;
 - Falta de especificação de qualidade;
 - Deficiência no suprimento;
 - Sistema inadequado de gerência de compras
 - Armazenagem inadequada.
- Produtos:
- Proporção inadequada entre resíduos e produtos;
 - *Design* impraticável do produto;
 - Embalagens inadequadas;
 - Produto composto por matérias-primas perigosas;
 - Produto de difícil desmontagem e reciclagem.
- Capital:
- Escassez de capital para investimento em mudanças tecnológicas e de processo;
 - Foco exagerado no lucro, sem preocupações na geração de resíduos e emissões;
 - Baixo capital de giro.
- Causas relacionadas aos resíduos:
- Inexistência de separação de resíduos;
 - Desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos;
 - Não há recuperação de energia nos produtos resíduos e emissões;
 - Manuseio inadequado.
- Recursos humanos:
- Recursos humanos não qualificados;
 - Falta de segurança no trabalho;
 - Exigência de qualidade – treinamento inexistente ou inadequado;
 - Trabalho sob pressão;
 - Dependência crescente de trabalho eventual e terceirizado.
- Fornecedores/parceiros comerciais:

- Compra de matérias-primas de fornecedores sem padronização;
- Falta de intercâmbio com os parceiros comerciais;
- Busca somente do lucro na negociação, sem preocupação com o produto final.

-Processo:

- Má utilização dos parâmetros de processo;
- Uso de tecnologias de processo ultrapassadas (SENAI, 2003a).

2.7 Identificação das opções de produção mais limpa

Com base nas causas de geração de resíduos, são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de produção mais limpa, conforme mostra a Figura 2.

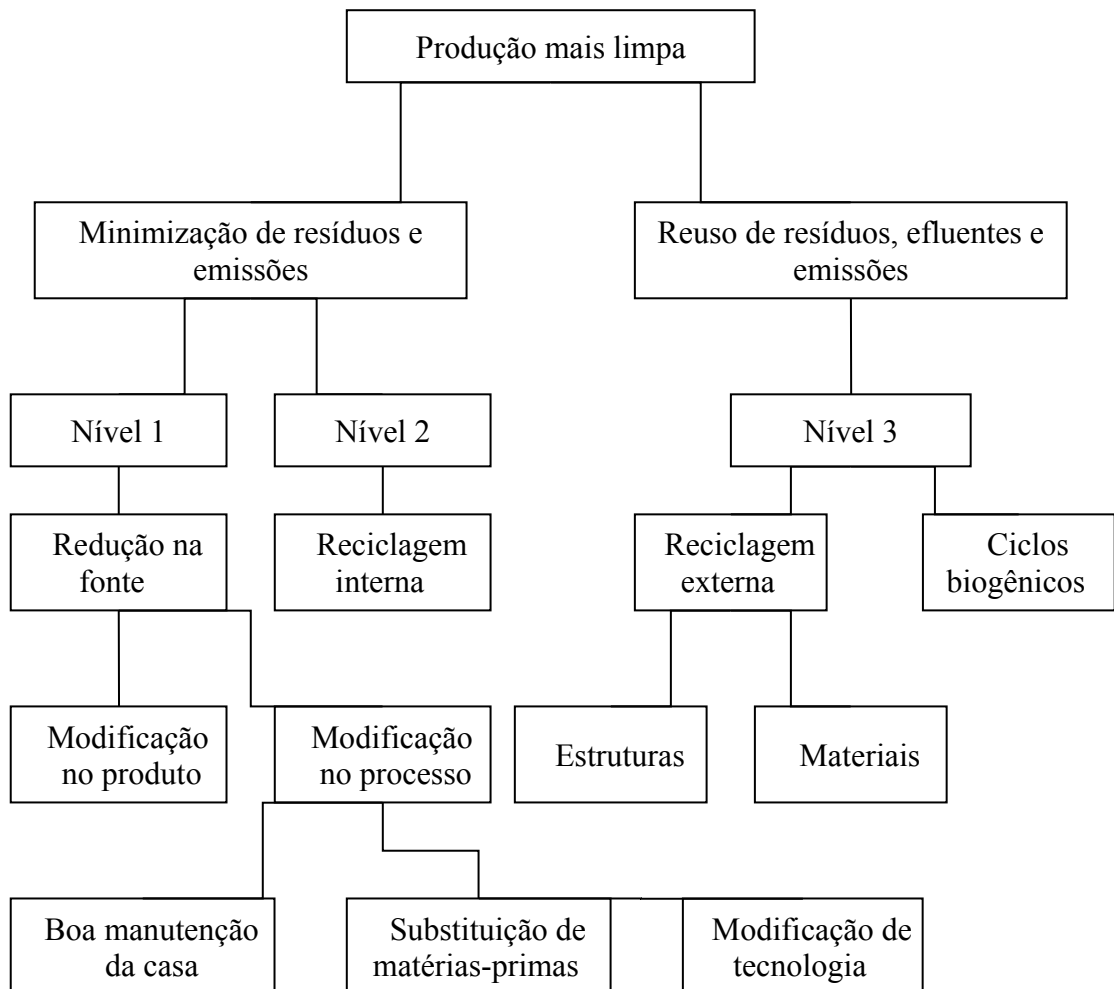


Figura 2. Fluxograma da geração de opções de produção mais limpa.

Fonte: SENAI, 2003a

- Nível 1 – Redução na fonte

O primeiro nível consiste na identificação de oportunidades de redução de poluição na fonte. Nesta fase são implementadas medidas pontuais (desperdícios operacionais ou de procedimentos), que exigem pouco ou nenhum investimento econômico e em geral dão retorno imediato ou em curto prazo. Subdividem-se em dois grupos: modificações no produto e modificações no processo.

Na modificação do produto há incorporação de mudanças tecnológicas e/ou de desenho de produto. O investimento econômico é de médio a grande e o retorno é a médio e longo prazo (MACHADO, 2006).

A modificação no produto pode incluir:

- Substituição completa do produto;
- Aumento da longevidade;
- Substituição de materiais;
- Modificação no *design* do produto;
- Uso de materiais reciclados ou recicláveis;
- Substituição de componentes críticos;
- Redução do número de componentes;
- Viabilização do retorno de produtos;
- Substituição de itens do produto ou alteração de dimensões para um melhor aproveitamento da matéria prima (SENAI, 2003b).

Na etapa de modificação do processo são introduzidas alterações no processo de produção. Isso exige investimento econômico baixo a médio e o retorno é em curto ou médio prazo (MACHADO, 2006, SENAI, 2003a). As medidas deste tipo podem ser:

- Boas práticas de PML: Caracteriza-se pelo uso cuidadoso de matérias-primas e processos, incluindo mudanças organizacionais. Exemplos de boas práticas podem ser: mudança na dosagem e na concentração de produtos, maximização da utilização da capacidade do processo produtivo, reorganização dos intervalos de limpeza e manutenção, eliminação de perdas devido à evaporação e a vazamentos, elaboração de manuais de boas práticas

operacionais, treinamento e capacitação de pessoal, padronização de operações e procedimentos.

- Substituição de matérias-primas e auxiliares de processo: Matéria primas tóxicas ou com dificuldade de reciclagem podem ser substituídas por outras menos prejudiciais, auxiliando para redução de resíduos e emissões.
- Modificações tecnológicas: As modificações podem ser relativamente simples ou até referentes ao tempo gasto nas operações, consumo de energia ou na utilização de matérias primas. Uso de fluxos em contracorrente, tecnologias que utilizam segregação de resíduos e de efluentes, modificações nos parâmetros de processo são alguns exemplos de modificações tecnológicas (SENAI, 2003b).

- Nível 2 – Reciclagem interna

Quando não é possível evitar os resíduos com a ajuda das medidas classificadas como de nível 1, esses podem ser reintegrados ao processo de produção da empresa: dentro do próprio processo original de produção, em outro processo, ou através da recuperação parcial de uma substância residual (COELHO, 2002).

- Nível 3 – Reciclagem de resíduos e emissões fora da empresa

Quando tecnicamente descartadas as medidas relacionadas aos níveis 1 e 2, deve-se optar por medidas de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa através de reciclagem externa ou de uma reintegração ao ciclo biogênico (SENAI, 2003a).

Verifica-se se a aplicação da técnica de produção limpa é viável técnica, ambiental e economicamente. Os conceitos de matemática financeira mostram-se suficientes para avaliação de investimento, apesar de que, em alguns casos tornam-se desnecessários pela obviedade do melhoramento (GONÇALVES, 1997).

2.8 Benefícios da produção mais limpa

A implantação de um programa de produção mais limpa possibilita à empresa o melhor conhecimento do seu processo industrial através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema eco-eficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processo. Além disso, o programa irá integrar-se aos Sistemas de Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional, proporcionando o completo entendimento do sistema de gerenciamento da empresa (SENAI, 2003a).

Os benefícios ambientais são:

- **Eliminação/Redução de resíduos:** Eliminação ou redução de lançamentos de poluentes ao meio ambiente, incluindo resíduos sólidos, perigosos ou não, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, calor, ruído ou qualquer tipo de perda que ocorra durante o processo de geração de um produto ou serviço;
- **Produção sem poluição:** Processos produtivos ideais ocorrem em circuito fechado, sem contaminar o meio ambiente, utilizando os recursos naturais com a máxima eficiência possível;
- **Eficiência energética:** Altos níveis de eficiência energética na produção de bens e serviços;
- **Saúde e segurança no trabalho:** Minimização de riscos para os trabalhadores através de um ambiente de trabalho mais limpo, mais seguro e mais saudável;
- **Produtos ambientalmente adequados:** Produto final e subprodutos ambientalmente adequados;
- **Embalagens ambientalmente adequadas:** Embalagem eliminada ou minimizada sempre que possível, ou com o menor impacto ambiental possível (SENAI, 2003^a).

Os benefícios econômicos vão ocorrer inicialmente na redução dos custos totais na implantação de ações de Produção Mais Limpa, devido à adoção de medidas sem investimento, como boas práticas operacionais. Num segundo momento, ocorre um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para as adaptações necessárias, incluindo a adoção de novas tecnologias e modificações no processo existente. Com a entrada em ação dos processos otimizados e novas tecnologias, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (DONAIRE, 1999).

2.9 Avaliação do desempenho ambiental de processos industriais

Uma metodologia desenvolvida para avaliação do desempenho de processos industriais foi baseada nas recomendações descritas pela norma ISO 14.000. Esta metodologia envolve todas as fases de uma Análise do Ciclo de Vida (ACV).

Com o intuito de avaliar o desempenho ambiental de um processo foram desenvolvidos índices ambientais, que utilizam no seu cálculo o atendimento à legislação ambiental e a disponibilidade de recursos naturais e energia. Os índices encontram-se listados a seguir, enquanto o índice de eutrofização e o índice de destruição de oxigênio dissolvido são descritos

mais detalhadamente, pois possuem relação direta com o consumo de água e geração de efluentes conforme Dos Santos (2002):

- Índice de aquecimento global;
- Índice de destruição da camada de ozônio;
- Índice de acidificação;
- Índice de formação de oxidantes químicos;
- Índice de toxicidade;
- Índice de consumo de recursos naturais;
- Índice de consumo de energia;
- Índice de distúrbio local por material particulado.

2.9.1 Índice de eutrofização (IE)

A eutrofização pode ser definida pelo crescimento excessivo das plantas aquáticas a níveis tão altos que podem ser causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (DOS SANTOS, 2002).

Quando se introduzem elevadas concentrações de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, há um grande crescimento da população de algas, que obtêm sua fonte de energia pelo processo de fotossíntese. Em períodos de grande insolação, a superpopulação de algas impede a passagem de raios solares nas camadas inferiores do corpo d'água, provocando a morte de algas dessa região, causando anaerobiose. Há então, um aumento da concentração de bactérias heterotróficas, que se alimentam da matéria orgânica das algas e de outros microorganismos mortos. Essas bactérias consomem o oxigênio dissolvido na água causando mortandade de peixes e dissolução de compostos tóxicos (DOS SANTOS, 2002).

Potenciais de eutrofização têm sido desenvolvidos para comparar as emissões de diferentes compostos. O potencial de eutrofização é a relação entre o número de moles de nitrogênio atômico liberado de uma molécula da substância em questão no meio ambiente dividido pela massa molecular da mesma, multiplicado pela massa molecular do NO_3^- , que é 62 g mol^{-1} e dividido por 1, que é o número de moles de nitrogênio atômico liberados pelo NO_3^- . Pode também ser considerado o íon PO_4^{3-} e O_2 (DOS SANTOS, 2002).

O índice de eutrofização é calculado dividindo as emissões totais do processo, medidas em NO_3^- equivalente, pela emissão máxima permitida. Quando não há valor para emissão máxima, utiliza-se o valor de 3358 mg L^{-1} , que é o valor máximo permitido pela Environmental

Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos para indústrias de fertilizantes (DOS SANTOS, 2002).

2.9.2 Índice de destruição do oxigênio dissolvido (IDOD)

O oxigênio dissolvido é fundamental para os organismos aeróbios que vivem na água. Ao nível do mar, a concentração de saturação é de 9,2 mg L⁻¹. Valores superiores à saturação indicam presença de algas, devido à fotossíntese. Águas com baixos valores indicam o descarte de poluentes orgânicos e inorgânicos. Valores entre 4 e 5 mg L⁻¹ podem causar a morte de peixes mais sensíveis e o valor de 2 mg L⁻¹ indica a morte de todos os peixes (DOS SANTOS, 2002).

A matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, para sua nutrição e aos autótrofos como fonte de nutrientes e gás carbônico. Porém, em grandes quantidades, pode provocar redução do teor de oxigênio dissolvido, pois bactérias fazem uso do oxigênio dissolvido em seus processos respiratórios (DOS SANTOS, 2002).

O cálculo do índice de destruição de oxigênio dissolvido é feito pelo somatório da divisão das emissões de DQO do processo pela emissão máxima permitida de cada efluente. Deve-se ter, também, dados de vazão de cada efluente (DOS SANTOS, 2002).

2.9.3 Índice de pressão ambiental (IPA)

O índice de pressão ambiental é resultado da agregação de todos os outros índices criados para medir o desempenho ambiental de um processo. Ele é calculado pelo somatório do produto de cada índice por seu respectivo peso. O peso dos índices para a composição do resultado final do índice de pressão ambiental é calculado em função da pressão ambiental relativa de cada índice, baseada nos níveis de emissão permitidos pela legislação ambiental (DOS SANTOS, 2002).

O índice de pressão ambiental é um número adimensional, que representa a performance ambiental de um processo com relação à legislação ambiental. O ideal é que o valor do índice varie de 0 a 1, sendo o valor unitário a pressão máxima permitida pela legislação ambiental (DOS SANTOS, 2002).

2.9.4 Software SAAP (Sistema de Avaliação Ambiental de Processos)

O programa computacional SAAP foi desenvolvido visando padronizar e facilitar a utilização de uma metodologia para avaliar o desempenho ambiental de processos industriais, baseadas na ACV e na norma ISO 14.031 (DOS SANTOS, 2002).

O SAAP permite calcular os índices ambientais de cada categoria de impacto ambiental e o índice de pressão ambiental final (IPA), a partir de um inventário ambiental. Também é considerada a emissão máxima permitida de cada categoria de impacto ambiental e a disponibilidade de energia e recursos naturais para as categorias de consumo de energia e consumo de recursos naturais respectivamente (DOS SANTOS, 2002).

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento da Pesquisa

A metodologia empregada envolveu o acompanhamento do processo produtivo e os principais procedimentos na empresa em estudo, uma indústria de abate de aves, durante o ano de 2007. Nas visitas foram verificados todos os setores da empresa, desde a recepção das aves, o abatedouro de aves e também estação de tratamento de efluentes (ETE) e estação de tratamento de água (ETA).

Questionamentos com funcionários, operadores e supervisores de diversos setores foram imprescindíveis para obtenção de informações e dados quantitativos para posterior análise e processamento.

Com o acompanhamento das atividades da indústria, identificaram-se pontos e setores com maior consumo de água e geração de efluentes. Esses pontos serviram de amostragem para determinação da demanda química de oxigênio (DQO). Além da DQO, determinações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), óleos e graxas, nitrogênio total, fósforo e surfactantes foram realizadas em pontos considerados mais críticos e, também, com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema de tratamento de efluentes considerando os índices de eutrofização e de destruição de oxigênio dissolvido. As análises foram realizadas a fim de ter resultados em diferentes estações climáticas no ano de 2007. As análises realizadas e os pontos de amostragem encontram-se listados na Tabela 2.

3.2 Metodologia Analítica

As coletas, preservação e análises das amostras foram realizadas seguindo a metodologia do APHA/AWWA/WEF-*Standard methods for the examination of water and wastewater*

(1998). Os parâmetros foram analisados pela Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul. Os métodos de análise estão relacionadas na Tabela 3.

As amostras foram coletadas nos meses de abril, junho e dezembro com o objetivo de contemplar as diferentes estações do ano.

Tabela 2. Coleta de amostras e análises realizadas.

Simbologia da Amostra	Local de coleta da amostra	Análise realizada	Datas das coletas
A	Tanque de escaldagem	DQO, DBO ₅ , nitrogênio total, fósforo, óleos e graxas	11/04/2007
			18/07/2007
			04/12/2007
B	Pré-chiller	DQO, DBO ₅ , nitrogênio total, fósforo, óleos e graxas	11/04/2007
			18/07/2007
			04/12/2007
C	Efluente bruto	DQO, DBO ₅ , nitrogênio total, fósforo, óleos e graxas, surfactantes	11/04/2007
			18/07/2007
			04/12/2007
D	Efluente tratado	DQO, DBO ₅ , nitrogênio total, fósforo, óleos e graxas, surfactantes	11/04/2007
			18/07/2007
			04/12/2007

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3. Métodos de análise.

Parâmetro	Método
DQO	Dicromatometria
DBO ₅	Incubação a 20 °C por 5 dias
Nitrogênio total Kjeldahl	Método de Nessler
Óleos e graxas	Gravimetria
Fósforo total	Espectrometria Visível
Surfactantes	Espectrometria Visível

Fonte: Elaborado pelo autor com base em informações fornecidas pela Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul

3.3 Determinações qualitativas e quantitativas de indicadores ambientais

3.3.1 Matriz de Leopold

A primeira etapa de determinação dos indicadores de impacto ambiental na indústria de abate de aves estudada foi qualitativa. Os dados foram obtidos a partir da execução do item 3.1. e 3.2 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 coleta das amostras conforme Tabela 2. 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). A qualificação dos impactos seguiu os seguintes critérios, conforme apresentado por Silva (1996):

- Características de Valor:

- a) *Impacto positivo*: quanto uma ação causa melhoria da qualidade de um parâmetro;
- b) *Impacto negativo*: quando uma ação causa dano à qualidade de um parâmetro.

- Características de Ordem:

- a) *Impacto direto*: quando resulta de uma simples relação de causa e efeito;
- b) *Impacto indireto*: quando é uma reação secundária em relação à ação.

- Características de Espaciais:

- a) *Impacto local*: quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e suas imediações;
- b) *Impacto regional*: quando um efeito se propaga por uma área além das imediações;
- c) *Impacto estratégico*: o componente é afetado coletivo, nacional ou internacional.

- Características Temporais:

- a) *Impacto em curto prazo*: quando o efeito surge no curto prazo;
- b) *Impacto em médio prazo*: quando o efeito se manifesta no médio prazo;
- c) *Impacto em longo prazo*: quando o efeito se manifesta no longo prazo.

- Características Dinâmicas:

- a) *Impacto temporário*: quando o efeito permanece por um tempo determinado;
- b) *Impacto cíclico*: quando o efeito se faz sentir em determinados períodos ou ciclos;
- c) *Impacto permanente*: executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido.

- Características Plásticas:

- a) *Impacto reversível*: a ação cessada, o fator ambiental retorna às condições originais;
- b) *Impacto irreversível*: quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais, pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem.

3.3.2 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 abate de aves nos quatro pontos de coleta A, B, C e D indicados na Tabela 2 em termos de NO₃⁻ equivalente e comparados a legislação brasileira com CONSEMA N^o 128/2006.

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 $1000 \leq Q < 1500 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$.

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).

Com base no acompanhamento e dados obtidos foram propostas ações de produção mais limpa para a indústria em estudo, que visam o aumento da eco-eficiência do produto, seja através de mudanças de *layout*, procedimentos, processos e até mesmo cultura e hábitos dos funcionários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil produtivo da indústria

4.1.1 Abatedouro

A indústria de processamento de carnes em estudo se caracteriza pelo abate de aves e fabricação de produtos industrializados. O abatedouro está localizado na região do Vale do Taquari-RS, ele ocupa uma área útil de 11.331,45 m², a 110 km de Porto Alegre, e opera em dois turnos, emprega aproximadamente 532 empregos diretos. O frigorífico abate 103.000 aves e tem capacidade máxima de 120.000 aves por dia. A empresa comercializa diversos produtos, que totalizam 139 tipos e são comercializados congelados ou resfriados para o mercado interno e externo.

A empresa estudada tem como características:

- *Capacidade de Abate*: 8.000 aves/hora

2.400.000 aves/mês

- *Velocidade Aprovada*: 8.000 aves/hora

- *Velocidade das Linhas de Abate*: 8.000 aves/hora, sendo 1.500 aves/h na nória manual e 6.500 aves/h na nória automática.

4.1.2 Capacidade de produção e armazenamento

A capacidade de produção da indústria é de:

Abate: 103.000 aves/dia

Cortes: 35.000 aves/dia

Produção Atual: 186.041 kg/ dia

Frango Inteiro Exportação: 85.000 kg/ dia

Frango Inteiro Mercado Interno: 11.092 kg/ dia

Cortes: 54.532 kg/ dia

Miúdos: 6.646 kg/ dia

4.1.3 Recebimento, descanso e descarga de aves vivas

Os pintos são alojados nas granjas e identificados por lote (número do lote) e este o codifica até a chegada na plataforma de recepção do Abatedouro de Aves. Os caminhões que transportam as aves vivas ao chegar ao estabelecimento da empresa passam na balança para registrar o peso. Após são direcionados para área de descanso, onde é realizado o monitoramento do jejum alimentar e permanecem na área de descanso, dotada de ventiladores e nebulizadores para proporcionar o bem estar das aves. A área de descanso está climatizada em até 25°C, garantindo maior conforto das aves que reduz o estresse do transporte.

O descarregamento das gaiolas com as aves é realizado manualmente na plataforma de recepção, colocando – as sobre a esteira que conduz para a área de pendura com a tampa fechada até o primeiro ponto de pendura, evitando a saída das aves e qualquer contusão.

Após o descarregamento das gaiolas dos caminhões é realizada a varredura do esterco da plataforma, colocado nos tambores específicos, fechados com tampa e recolhidos sendo destinados como fertilizantes.

As gaiolas depois de esvaziadas passam na máquina de lavagem de gaiolas, onde são limpas com jatos de água fria e desinfetadas com sanitizante. Em seguida são armazenadas sobre estrados em local isolado para serem carregados nos caminhões.

Depois da limpeza e desinfecção da plataforma do caminhão são carregadas as gaiolas limpas e sanitizadas. Em seguida é realizada a desinfecção da parte inferior do caminhão, rodas e liberado para sair do estabelecimento.

A água é utilizada para lavagem de piso, equipamentos, gaiolas e caminhões. Esta água passa por uma peneira (onde é adicionado iodo para reduzir a contaminação) antes de seguir a ETE. Os resíduos (fezes, penas, etc.) retidos na peneira seguem para graxaria.

4.1.4 Pendura, insensibilização e sangria das aves

As aves são penduradas manualmente pelas patas na algema da nórea, reduzindo a mobilidade das aves para evitar contusões.

As aves mortas durante o transporte são colocadas no tambor específico, fechado e conduzidos à fabrica de farinha.

As aves seguem penduradas na algema da nórea e passam no tanque de insensibilização (imersão das cabeças na água) com renovação de água contínua e recebem uma descarga elétrica conforme o peso das aves durante 9 segundos.

O tempo decorrido da insensibilização até a sangria é de 12 segundos.

A sangria é realizada manualmente com facas limpas e esterilizadas que seccionam as veias jugulares e artérias carótidas.

As facas são limpas, esterilizadas e trocadas de hora em hora pelo Colaborador de Trabalho, e quando houver necessidade (sujidades). Temperatura da água do esterilizador \geq 85°C.

Depois da sangria as aves percorrem o túnel de sangria por um tempo mínimo de 3 minutos, visando o máximo extravasamento de sangue. O sangue segue na canaleta de alvenaria por drenagem até a fábrica de farinha, onde parte é armazenada e a outra parte usada na produção de subprodutos.

Nesse setor, a água é utilizada para lavagem de equipamentos, como também para fazer o sangue se movimentar na canaleta antes de ser destinado a graxaria onde é processado em digestor.

4.1.5 Escaldagem e depenagem

As aves seguem na mesma nórea e são submersas por aproximadamente 1 minuto e 26 segundos na água do tanque de escaldagem com temperatura entre 58 a 65°C para facilitar a depenagem. A água utilizada nesse processo é clorada entre 0,4 a 2,0 ppm e com renovação contínua \geq 8000 litros durante 8 horas de trabalho por turno.

Depois da escaldagem das aves, as mesmas passam em um tanque de escaldagem específico para as cabeças, com renovação constante de água, onde ficam submersas durante 6 segundos com temperatura da água aproximadamente 70°C.

A água utilizada neste setor da escaldagem apresenta resíduos sólidos (penas, sangue, e outras sujeiras).

Na depenagem as aves seguem na nórea 1 e passam nas depenadeiras visando a retirada das penas. A depenagem é realizada por uma depenadeira de rolo para remoção de penas na sambiquira e três depenadeiras dotadas de colunas metálicas onde existem pratos metálicos acoplados, com seis dedos de borrachas fixados em mancais, girando alternadamente fazendo a depenagem por fricção mecânica.

As penas caem na canaleta de alvenaria e seguem por drenagem à fábrica de farinhas para produção de farinha.

Depois das depenadeiras é realizado o toailete manual, caso tiver presença de penas nas pontas das asas e sambiquira.

As depenadeiras possuem chuveiros de autolavagem dos dedos de borracha.

4.1.6 Corte e depilação de pés/patas e rependura

Os pés/patas são cortadas com disco de inox giratório, seguem na nórea e são desengachados automaticamente no desenganchador de pés/patas. Caem no depilador de pés/patas dotado de dedos de borracha mais vapor quente a temperatura entre 48 e 65°C que fazem a remoção da cutícula.

Os pés, depois do depilador, caem sobre a mesa de classificação, onde são classificados manualmente em pés tipo A (limpos e não possuem nenhuma lesão) e pés tipo B (apresentam ou não lesões moderadas).

Depois da classificação são conduzidos ao pré-resfriamento dos cortes em chiller separados.

As aves após terem cortados os pés/patas caem sobre a mesa de rependura/ transpasse com sistema de autolavagem, onde são rependurados manualmente na nórea automática da evisceração.

4.1.7 Remoção da cabeça

As aves destinadas para mercado interno seguem na nórea e as cabeças são cortadas automaticamente com disco de inox giratório, caindo diretamente no pré-resfriamento de cortes.

As aves destinadas para mercado externo seguem na nórea e as cabeças são retiradas mecanicamente do pescoço (arrancadas), caindo em caixas plásticas que são conduzidos à fábrica de farinhas.

4.1.8 Evisceração

4.1.8.1 Lavagem inicial das carcaças

Após a remoção da cabeça, as carcaças passam por chuveiros de aspersão sob pressão para lavagem externa e entram na seção de evisceração. A cloração de água dos chuveiros tem 0,4 a 2,0 ppm e a vazão mínima 1,5 litros de água por carcaça.

As águas oriundas desse setor possuem certa quantidade de sangue e pedaços de vísceras.

4.1.8.2 Riscagem do pescoço

A riscagem é realizada manualmente com um corte na pele logo abaixo do pescoço do frango, liberando o papo, esôfago e a traquéia.

As facas são limpas, esterilizadas e trocadas de hora em hora e ou quando apresentar sujidades em níveis inaceitáveis.

4.1.8.3 Extração da cloaca

Realizada automaticamente no bloco de extração da cloaca, fazendo um corte circular em torno da porção terminal do reto, o qual é extraído e ficando exposto, preso aos seus ligamentos naturais, expondo a cloaca e a Bolsa de Fabrício.

As lâminas da extratora de cloaca possuem um sistema de autolavagem.

4.1.8.4 Corte abdominal

Esta etapa é realizada automaticamente no bloco de corte abdominal, fazendo uma abertura entre a parte final do peito e a sambiquira para posteriormente fazer a evisceração.

As lâminas de corte abdominal possuem um sistema de autolavagem.

4.1.8.5 Evisceração automática (retirada das vísceras)

Realizada automaticamente no bloco de evisceração, onde as pinças mecânicas entram na cavidade abdominal extraíndo o conjunto gastrintestinal que na seqüência caem em bandejas de aço inox. As bandejas são fixadas em esteira e funcionam concatenadas à nórea de carcaças, de modo que identifique-se as vísceras com a carcaça correspondente.

As pinças da evisceradora e as bandejas da esteira possuem um sistema de autolavagem.

As águas oriundas destes setor possuem certa quantidade de sangue e pedaços de vísceras.

4.1.9 Processamento (retirada dos miúdos)

A retirada do coração das bandejas é realizado manualmente, colocando em uma calha de onde seguem para a máquina de retirada dos sacos pericárdios e caem na caixa plástica coletora. Na seqüência é realizado a checagem quanto a sua limpeza por um Colaborador de Trabalho e liberadas para o pré-resfriamento.

A retirada do fígado das bandejas é realizado manualmente, separando a vesícula biliar e colocando em uma calha de onde seguem à caixa plástica coletora. Em seguida é realizado a checagem quanto a presença de vesícula biliar por um Colaborador de Trabalho e direcionado para o pré-resfriamento.

As vísceras não comestíveis e a moela caem das bandejas na máquina de moela onde são separadas. As vísceras caem na canaleta de alvenaria e seguem por drenagem à fábrica de farinhas. As moelas são cortadas com disco de inox (abertas), limpas do seu conteúdo e têm a cutícula removida com os roletes da máquina caindo na caixa plástica coletora. Essa etapa é verificada continuamente por um Colaborador de Trabalho, responsável pela limpeza.

As luvas são limpas antes de iniciar as atividades, durante as operações, quando tiver necessidade e no término do turno são higienizadas por um Colaborador de Trabalho.

4.1.10 Remoção do papo e traquéia

A remoção do papo e da traquéia é realizada manualmente, onde os Colaboradores de Trabalho puxam a pele até expor ambos e fazem a remoção separada colocando diretamente na canaleta que segue para a estação de tratamento de efluentes e posteriormente para a graxaria, onde é feito a farinha e ração a partir desses resíduos.

4.1.11 Intersecção do pescoço, sucção de pulmão e remoção do pescoço

A intersecção do pescoço é realizada com tesouras pneumáticas e as carcaças seguem na nórea para posteriormente o pescoço ser cortado. As tesouras pneumáticas são limpas e esterilizadas de duas em duas nos intervalos pelo Colaborador de Trabalho.

A etapa de sucção do pulmão é realizada com pistolas de sucção que são introduzidos na cavidade abdominal e torácica das carcaças, sendo retirados os pulmões e resíduos que não foram retirados na etapa de evisceração.

Depois da etapa de intersecção do pescoço, ficando exposto com a pele que é removida, remoção do pescoço, por facas limpas e esterilizadas e/ou arrancado manualmente nesta etapa, caindo em caixas plásticas e direcionadas para o pré-resfriamento.

4.1.12 Lavagem final das carcaças

As carcaças seguem na nórea, passam por chuveiros de aspersão sob pressão para lavagem externa e interna, caindo no pré-resfriamento. A cloração de água dos chuveiros tem 0,4 a 2,0 ppm e a vazão mínima 1,5 litros por carcaça.

4.1.13 Pré-resfriamento de carcaças

O pré-resfriamento é realizado em dois tanques em aço inox, dotados de rosca sem fim e acionados por motor elétrico com sistema de motoredutores para conduzir as carcaças à etapa seguinte, podendo utilizar ou não o sistema de borbulhamento. O pré-resfriamento é dividido em duas etapas, a etapa pré-chiller e a etapa chiller.

As carcaças são desenganchadas mecanicamente da nórea e caem no pré-chiller, permanecendo no máximo 30 minutos, onde são conduzidos pela rosca sem fim. Nessa etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 16^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água é $\geq 1,5$ litros por carcaça, em contrafluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm.

As carcaças entram mecanicamente no chiller por meio de rosca sem fim e permanecem o tempo mínimo de 40 minutos. Nesta etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 4^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água é $\geq 1,0$ litro por carcaça, em contrafluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm.

A temperatura das carcaças na saída do sistema de pré-resfriamento é no máximo 7°C e a absorção de água no máximo 8% do peso da carcaça.

O resfriamento dos miúdos acontece nos tanques (chillers) com água clorada e gelada (adição de gelo), com renovação constante para baixar a temperatura.

Pré-resfriamento e resfriamento da carcaça: são tanques com renovação constante de água. O pré-resfriamento serve para reidratar a carcaça com até 8% do seu peso. E o resfriamento serve para resfriar a carcaça, nesta etapa é adicionado gelo na água.

4.1.14 Graxaria

Neste setor resíduos sólidos (tripas, pulmões, frangos condenados), chegam arrastados pela água, onde ocorre a retenção desses sólidos. E, a água segue para ETE.

4.1.15 Pendura e gotejamento

As carcaças após o sistema de pré-resfriamento caem na mesa de rependura, onde são penduradas manualmente na nórea de gotejamento para escorrer a água excedente da carcaça decorrente do pré-resfriamento e direcionadas à seção de embalagem.

4.1.16 Pré-resfriamento dos miúdos (coração, fígado e moela) e cortes (pés/ patas, cabeça e pescoço)

O pré-resfriamento dos miúdos e dos cortes é realizado separado por produto em tanque de inox dotado de rosca sem fim e acionado por motor elétrico para conduzir os produtos à etapa seguinte, podendo ou não utilizar o sistema de borbulhamento.

Os miúdos são colocados manualmente no sistema de pré-resfriamento e conduzidos por meio da rosca sem fim. Nessa etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 4^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água gelada é $\geq 1,5 \text{ L kg}^{-1}$ de produto em contrafluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm. A temperatura dos miúdos na saída do sistema de pré-resfriamento é no máximo 4°C .

Os cortes (pés, cabeça e pescoço) são colocados manualmente no sistema de pré-resfriamento e conduzidos por meio da rosca sem fim. Nessa etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 4^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água gelada é $\geq 1,5 \text{ L kg}^{-1}$ de produto em contrafluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm. A temperatura dos cortes na saída do sistema de pré-resfriamento é no máximo 7°C .

Os miúdos (fígado e moela) e os cortes (cabeça e pés/patas) podem ser embalados em sacos plásticos selados, para introduzir na cavidade abdominal do frango congelado com miúdo e direcionados imediatamente para túnel de congelamento.

4.1.17 Embalamento primário e secundário de carcaça

O embalamento primário das carcaças congeladas sem miúdos que são destinadas para exportação é realizada após a classificadora de peso, seguem por meio de esteira à seção de embalagem primária, onde são introduzidas manualmente no funil para facilitar a colocação nas respectivas embalagens primárias, devidamente rotulada e lacrada. Na seqüência seguem na esteira à seção de embalagem secundária. Na seção de embalagem secundária são embaladas manualmente em caixa de papelão devidamente rotulada, em número de peças conforme a solicitação do cliente e a gramagem impressa na embalagem primária. Na seqüência são colocadas na esteira que as conduzem imediatamente ao túnel de congelamento contínuo.

O embalamento primário das carcaças congeladas com miúdos que são destinadas para mercado interno é realizada após o gotejamento, as carcaças seguem por meio de esteira à seção de embalagem primária, onde é colocado manualmente o pacote de miúdos (pés, cabeça, fígado e moela) na cavidade abdominal da carcaça. Introduzido o pacote de miúdos, a carcaça é posta no funil para facilitar a colocação na respectiva embalagem primária devidamente rotulada, sendo após lacrada. Na seqüência seguem pela esteira à classificadora de peso. Na seção de embalagem secundária as peças são colocadas em caixas de papelão, devidamente rotulada e conforme a gramagem padrão. Na seqüência são colocadas na esteira que as conduzem imediatamente ao túnel contínuo.

O túnel de congelamento contínuo é automatizado e possui 21 níveis com 12 bandejas, onde são depositadas 26 caixas por bandeja. As caixas com os produtos são conduzidos por meio de esteira ao túnel de congelamento contínuo, programado pelo operador, onde um braço abastece as bandejas do túnel e outro braço retira os produtos colocando sobre a esteira de saída.

A temperatura mínima do túnel de congelamento contínuo é - 22°C e do produto -12°C. O produto deve atingir 4°C em até 4 horas monitorados desde o processo de sangria até o túnel de congelamento.

Os produtos (caixas de papelão) são tampados com suas devidas tampas ao sair do túnel, sendo plastificados automaticamente e seguem para o túnel de encolhimento do plástico que envolve a caixa. Após são colocados em paletes e direcionados no máximo em 30 minutos às câmaras de estocagens, onde permanecem com a temperatura mínima de -12°C.

4.1.18 Expedição

Conforme a programação de expedição dos produtos, os paletes são retirados da estocagem com empilhadeira e levados à área de expedição para serem carregados. A área de expedição é climatizada em até 15°C. O carregamento dos produtos é realizado manualmente,

colocando os produtos sobre a esteira que conduz para o baú térmico do caminhão, que possui gerador de frio e paredes isotérmicas.

O encarregado do setor realiza o controle de cada carregamento, preenchendo a planilha PGQ, ao mesmo tempo em que o SIF realiza o preenchimento da sua planilha de carregamento, efetuando amostragens de temperaturas antes de realizar a lacração e liberação do veículo.

4.1.19 Tempos diversos de processo

O tempo para os diversos processos são assim distribuídos:

A - Tempo de pendura até o choque: 60 segundos;

B - Tempo do choque até a sangria: 09 segundos;

C - Tempo de sangria até a escalda: 3 minutos e 47 segundos;

D - Tempo de escaldagem: 1 minuto e 34 segundos;

E - Tempo de saída da escalda até o corta patas: 1 minuto e 53 segundos;

F - Tempo da rependura até o Pré-chiller: 4 minutos e 33 segundos;

G - Tempo de Pré-chiller: 28 minutos e 48 segundos;

H - Tempo de chiller: 47 minutos;

I - Tempo de gotejamento (Chiller até a Sala de Embalagem): 1 minuto e 08 segundos;

J - Tempo de gotejamento (Sala de Embalagem até a Sala de Cortes): 4 minutos e quinze segundos;

L - Tempo de pendura até o SIF: 10 minutos e 43 segundos.

4.2 Captação e gerenciamento de água

4.2.1 Poços de abastecimento e reservatórios

A indústria possui sete poços conforme apresentado na Tabela 4 com capacidade de captar 131 m³ por hora. Na Tabela 5 é apresentada a capacidade dos reservatórios que são de 875.500 litros.

O reservatório 1 está localizado próximo à área de descanso das aves e tem capacidade de armazenar 100.000 litros. Os reservatórios 2, 3 e 4 estão localizados próximo ao refeitório. O segundo e terceiro reservatório têm capacidade de armazenar 100.000 litros cada um e o quarto reservatório 575.000 litros.

A água de abastecimento do abatedouro de aves é oriunda de sete poços artesianos (Tabela 4) e captados por meio de bombas e tubulações. A água do poço 5 é armazenada no reservatório 2 (Tabela 5), sendo usado exclusivamente nas caldeiras e nos bebedouros de água na indústria. A água do poço 1 (Tabela 4) é armazenada no reservatório de água da máquina de gelo sendo usada na produção de gelo. A água dos poços 2, 3, 4, e 7 (Tabela 4) é armazenada no reservatório 3 (Tabela 5) que interliga a água no reservatório 4, sendo usada na rede geral na indústria. A água do poço 6 (Tabela 4) é armazenada no reservatório 1 (Tabela 5), sendo usada na rede geral da indústria.

Tabela 4. Capacidade de captação de água.

Quantidade de Poços	Litros/ Hora
Nº 1	8.000
Nº 2	15.000
Nº 3	18.000
Nº 4	23.000
Nº 5	12.000
Nº 6	30.000
Nº 7	25.000

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5. Capacidade de armazenamento de água.

Quantidade de Reservatórios	Litros
Nº 1	100.000
Nº 2	100.000
Nº 3	100.000
Nº 4	575.000
Máquina de Gelo Nº 5	500

Fonte: elaborado pelo autor.

A vazão dos poços artesianos é medida conforme necessidade pelo Colaborador de Trabalho, com auxílio de um tambor de 200 litros e um cronômetro para controlar o tempo por minuto. Com esses dados são calculados quantos m³ de água o poço produz por hora.

4.2.2 Depósito de gelo

O abatedouro possui três máquinas para fabricação de gelo, que produz o total de 48 toneladas de gelo durante 24 horas. O depósito de gelo tem capacidade de armazenar 60 toneladas e está localizado sob as máquinas de produção de gelo.

O gelo produzido na unidade é consumido para:

- Controlar a temperatura do sistema de pré-resfriamento por imersão de carcaças;
- Controlar a temperatura do sistema de pré-resfriamento por imersão de miúdos (coração, fígado e moela) e cortes (pés, cabeça e pescoço).

4.2.3 Cloração da rede geral

A cloração da água na rede geral é realizada no reservatório 1 e 4 por meio de uma bomba dosadora, acionada automaticamente quando liga as bombas da água, garantindo o tempo necessário de 30 minutos para a atuação do cloro. A rede possui uma concentração de 0,4 a 2,0 ppm de cloro livre.

O monitoramento do cloro residual livre é realizado de hora em hora conforme PGQ ClpH 01 pela Garantia da Qualidade com o aparelho eletrônico Photometer PF 11 e/ou Visocolor Photino durante os turnos de trabalho, intercalando os pontos de medição.

O pH da água é monitorado de hora em hora, com o medidor conforme PGQ ClpH 01 pela Garantia da Qualidade nos pontos de coleta, podendo variar de 6,0 a 9,5.

4.2.4 Estação de tratamento de efluentes - águas residuais

Todos os líquidos produzidos nos setores, assim como a água utilizada para lavagem constante de pisos, a água de caldeiras, a água utilizada no final do abate e nos processos de sanitização e desinfecção de todos os equipamentos, são conduzidos a Estação de Tratamento de Efluente.

A ETE funciona baseada num sistema biológico, no qual é fornecida grande quantidade de oxigênio a determinados microrganismos e estes consomem o material orgânico presente nas águas, transformando-o em fertilizante.

As etapas do procedimento na Estação de Tratamento de Efluentes:

- Caixa de sedimentação
- Peneiras
- Flotador de gordura
 - Medidor de vazão de entrada
- Decantadores primários
- Tanque de aeração

- Decantadores secundários
- Lagoa de tratamento
- Lagoa de polimento
 - Medidor de vazão de saída.

As águas residuais na indústria são recolhidas em tubulações de PVC com ralos sifonados e direcionadas à Estação de Tratamento de Efluentes por gravidade em tubulações subterrâneas de concreto. As tubulações na indústria possuem cor branca para evitar as contaminações de fluxo cruzado.

O estabelecimento possui um adequado sistema de drenagem dos pisos, especialmente em locais de descarga de água e outros líquidos.

O piso na indústria é mantido limpo durante a produção pela equipe de limpeza, especificamente treinada para essa tarefa.

Na Tabela 10 é apresentado as análises que são efetuadas na ETE.

Tabela 6. Padrões de análises físico-químicas.

Parâmetros	Padrão de Emissão a ser Atendido	Frequência de Medição	Tipo de Amostragem
Temperatura	Inferior a 40 °C	Diária	Simples
Sólidos Sedimentáveis	Até 1 ml L ⁻¹ , em teste de 1 hora em cone Imhoff	Mensal	Composta
pH	Entre 6 e 8,5	Diária	Simples
DBO ₅ (20°C)	Até 120 mg L ⁻¹	Mensal	Composta
DQO	Até 360 mg L ⁻¹	Semanal	Composta
Sólidos Suspensos	Até 120 mg L ⁻¹	Mensal	Composta
Fósforo Total	Até 1,0 mg L ⁻¹	Mensal	Composta
Nitrogênio Total	Até 10 mg L ⁻¹	Mensal	Composta
Vazão	-	Diária	Simples

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.5 Consumo de água no abatedouro

Na indústria em estudo há utilização de água em praticamente todas as etapas, especialmente para limpeza dos setores, equipamentos e instalações, vários setores do abatedouro não possuem meios de quantificação do consumo de água. Por sugestão do autor deste trabalho, a partir de junho de 2007 com a implementação das medidas de PML, o setor de pré-resfriamento, escaldagem e os chuveiros de lavagem de carcaça foram contemplados com hidrômetros para leitura do volume de água consumido.

O controle diário do consumo hídrico em todo o abatedouro é feito pelo setor de controle de qualidade que realiza o cálculo da média de água utilizada por ave abatida. Na Tabela 11 são listados os valores referentes ao consumo de água nos setores considerados pontos críticos, são listados os valores referentes ao consumo total de água no abatedouro de janeiro a dezembro de 2007.

A informação sobre o consumo de água é expressa por unidade de produção, ou seja, por animal abatido, que pode ser considerado uma média indicativa de eficiência ambiental, pois possui valor médio, segundo a Portaria No. 210/1998. Os valores obtidos no primeiro semestre encontram-se acima da média, mas no segundo semestre os valores registrados podem ser considerados dentro da exigência da legislação, pois a economia obtida no consumo de água é de ordem de 13%, isso representa uma economia financeira considerável.

Tabela 7. Dados gerais de consumo de água no abatedouro em 2007.

Mês /2007	Vazão Escaldagem em litros por frango por hora	Vazão pré-chiller em litros por frango por hora	Consumo total de água Potável em litros por dia	Total de aves Abatidas por dia
Janeiro	2,24	1,65	1130234	97057
Fevereiro	2,41	1,86	1091343	97087
Março	2,42	1,86	1051940	103630
Abril	2,27	2,05	1065120	93442
Mai	2,39	2,33	1013360	103586
Junho	2,59	2,12	957632	104246
Julho	1,77	2,38	1047716	102520
Agosto	2,75	1,77	1041235	92640
Setembro	2,63	1,62	895991	106367
Outubro	2,34	1,69	1043100	103754
Novembro	2,32	1,63	985160	108084
Dezembro	2,29	1,59	974273	103977

Fonte: elaborado pelo autor.

4.3 Caracterização dos efluentes produzidos na indústria estudada.

A indústria em que se procede ao tratamento de efluentes em questão, tem como fonte de matéria-prima o frango vivo. O abate e processamento das aves, visando a elaboração e fabricação de carne de frango para o consumo, acabam gerando uma grande quantidade de efluente líquido.

A partir de 1995, com a ampliação da planta industrial, o sistema de tratamento de efluentes existente na empresa, precisou ser redimensionado, tendo-se escolhido a tecnologia de lagoas aeróbias.

Escolheu-se esta tecnologia devido, principalmente, à rapidez para a implantação de todo o sistema, custos envolvidos para a implantação, bem como pelas possibilidades abertas para o fechamento de circuito de águas da fábrica e pelas perspectivas de complementação das necessidades energéticas da empresa, bem como a garantia de que os efluentes finais estariam enquadrados aos padrões de lançamento em corpo receptor, conforme exigidos pela legislação em vigor.

O suporte técnico desde o projeto até a efetiva implantação do sistema é realizado por uma empresa de Engenharia e Consultoria em Tecnologia Ambiental. Hoje, durante o processo de tratamento, há dois funcionários que cuidam da ETE. E um técnico responsável pela coleta de dados referentes à vazão de alimentação do efluente da ETE, remoção de DBO, DQO, o pH do efluente e outros parâmetros.

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam os valores referentes a coleta dos efluentes gerados no processo produtivo em abril de 2007 (Tabela 8), julho de 2007 (Tabela 9) e dezembro de 2007 (Tabela 10). Foram coletas amostras do processo nos pontos de maior consumo de água, na escaldagem e pré-resfriamento.

Em termos de valores finais do efluente tratado, os parâmetros analisados encontram-se dentro das faixas exigidas pela lei em vigor.

Dados de análise para nitrogênio total e fósforo total apontam valores acima do limite estabelecido pela legislação na portaria N. 128/2006-SSMA. Os resultados das análises indicaram valores de 10,06 mg L⁻¹ para fósforo para a amostra 1 e 9,20 mg L⁻¹ para a amostra 2 e 4,80 mg L⁻¹ para a amostra 3. Enquanto o nitrogênio total registrou os valores de ordem de 30,9 mg L⁻¹ para a amostra 1, 31,1 mg L⁻¹ para a amostra 2 e 42,8 mg L⁻¹ para a amostra 3, o efluente tratado na ETE. Os valores apresentados configuram o potencial eutrofizante e demonstra ineficiência do sistema para remover N e P totais.

Tabela 8. Resultados das determinações dos parâmetros de abril de 2007 (Amostra 1).

Parâmetros	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Limites
DBO₅ mg L ⁻¹	682,5	668,5	2000,0	85,0	Até 120
DQO mg L ⁻¹	1527	968	2400	124	Até 360
Fósforo Total mg L ⁻¹	67,65	13,69	14,33	10,06	Até 1,0
Nitrogênio Total mg L ⁻¹	2,7	36,2	456,9	30,9	Até 10
Óleos e Graxas mg L ⁻¹	10,3	191,0	17,6	17,6	-x-
Surfactantes mg L ⁻¹	-x-	-x-	<0,02	<0,02	-x-

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 9. Resultados das determinações dos parâmetros de julho de 2007 (Amostra 2).

Parâmetros	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Limites
DBO₅ mg L ⁻¹	1752,4	396	1451,9	79,4	Até 120
DQO mg L ⁻¹	5990	660	2610	98	Até 360
Fósforo Total mg L ⁻¹	108,08	7,15	14,20	9,20	Até 1,0
Nitrogênio Total mg L ⁻¹	392,8	23,2	77,9	31,1	Até 10
Óleos e Graxas mg L ⁻¹	10,0	71,0	187,7	<1,0	-x-

Surfactantes	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	-x-
mg L ⁻¹					

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 10. Resultados das determinações dos parâmetros de dezembro de 2007 (Amostra 3).

	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Limites
DBO₅	1801	318	990	21,0	Até 120
mg L ⁻¹					
DQO	4731	425	2373	116	Até 360
mg L ⁻¹					
Fósforo Total	30,10	3,50	6,00	4,80	Até 1,0
mg L ⁻¹					
Nitrogênio Total	449,8	30,5	90,0	42,8	Até 10
mg L ⁻¹					
Óleos e Graxas	9,8	< 1,0	448,8	8,3	-x-
mg L ⁻¹					
Surfactantes	-x-	-x-	< 0,02	< 0,02	-x-
mg L ⁻¹					

Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 Descrição do Processo de Tratamento

O sistema de tratamento de efluentes existente possui a configuração para o tratamento primário, compreende o peneiramento, tanque de equalização e flotadores; e para o tratamento secundário as lagoas aeróbicas de polimento.

Todos os efluentes do processo industrial são conduzidos por gravidade até a ETE. A ETE funciona baseada num sistema biológico, no qual é fornecida grande quantidade de oxigênio a determinados microorganismos a fim de criar condições ideais para consumir a matéria orgânica presente nos efluentes que chegam a estação, transformando essa matéria em fertilizante. Este é um excelente condicionador de solos, podendo ser agregado à terra para aduba-la, pois contém sais minerais, fósforo, potássio e outros componentes.

Os efluentes oriundo do processo industrial vindos da plataforma de recepção, sangüia, escaldagem, evisceração, chillers e graxaria, seguem para a ETE, onde sofrem os tratamentos.

Para melhor caracterização, compreensão e análise, realizou-se a diagramação, em forma de fluxograma da estação de tratamento de efluentes (ETE), oriundo do processo de abate de aves que é apresentada na Figura 3. Na Figura 3 encontramos duplicação para os decantadores primários e secundários, e o tanque de aeração, isto se deve, dependendo da produção, a utilização da rota de ampliação da ETE.

No peneiramento acontece a remoção, através de peneiras, do material grosseiro em suspensão e corpos flutuantes. Esse processo tem vantagem de, além de remover sólidos, proteger os equipamentos subsequentes (bombas, tubulações, etc.). Após a peneira há caixas de areia, que consiste em reter pedriscos, escórias, cascalhos, etc. proveniente das águas de chuva e de infiltrações do solo que atingem a rede de coleta de efluentes.

A flotação, retenção de óleos e graxa é utilizada para separação de partículas de maior densidade. Este processo se limita ao uso de ar como agente de flotação. As partículas que se encontram flotando na superfície são recolhidas e destinadas a graxaria.

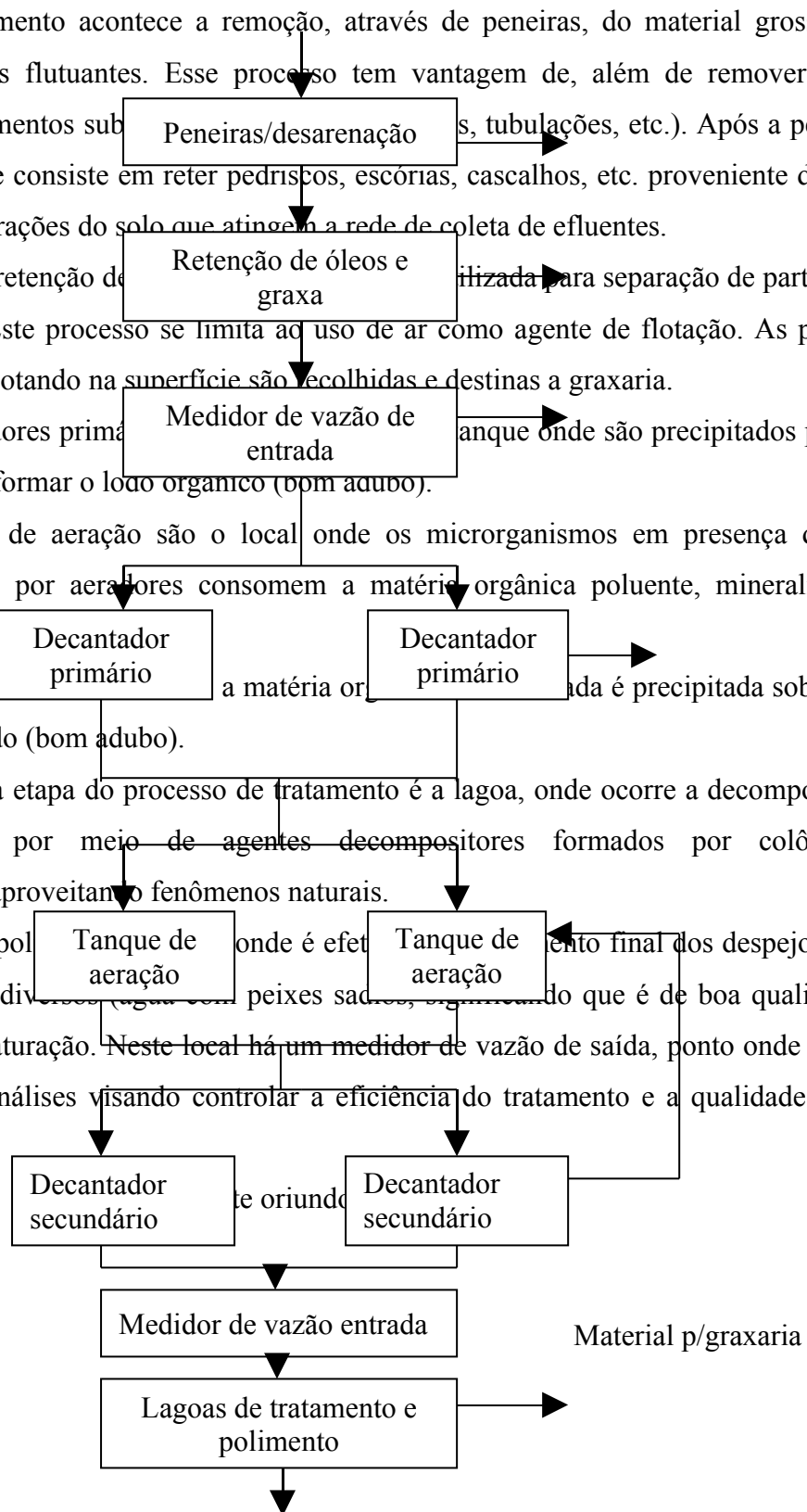
Os decantadores primários são os locais onde são precipitados parte dos poluentes, vindo a formar o lodo orgânico (bom adubo).

Os tanques de aeração são o local onde os microrganismos em presença de muito oxigênio fornecido por aeradores consomem a matéria orgânica poluente, mineralizando a mesma.

Nos decantadores secundários a matéria orgânica precipitada sob a forma de lodo mineralizado (bom adubo).

A penúltima etapa do processo de tratamento é a lagoa, onde ocorre a decomposição da matéria orgânica por meio de agentes decompositores formados por colônias de microorganismos, aproveitando fenômenos naturais.

A lagoa de polimento é onde é efetuada a maturação do efluente final dos despejos e onde são criados peixes diversos (peixes sacos, bagre, etc. que é de boa qualidade). É uma unidade de maturação. Neste local há um medidor de vazão de saída, ponto onde coletam-se amostras para análises visando controlar a eficiência do tratamento e a qualidade da água tratada.



Material p/graxaria

Controles

Lodo /adubo

Retorno de
lodo

Controles

Corpo receptor

Figura 3. Fluxograma de Tratamento de Efluentes.

4.4.1 Controle dos efluentes na ETE

O volume de efluentes que chega á ETE é da ordem de $1500 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$, tendo um tempo de retenção de 10 horas. Para o tratamento deste volume, as lagoas têm um tempo de retenção de

10 dias. Análises físico-químicas do efluente são regularmente feitos para se adequar aos valores exigidos pelos órgãos fiscalizadores, para fins de automonitoramento; são representados na Tabela 10 (item 4.4.4) os parâmetros e a frequência de medição.

4.5 Alternativas para gerenciamento de efluentes

O tratamento de efluentes no frigorífico de aves em questão tem conseguido manter os padrões de qualidade exigidos pela legislação ambiental em vigor, quanto ao pH, sólidos sedimentáveis, DBO, DQO, óleos e graxas. Portanto, do volume do efluente tratado, uma grande parte 70% segue para o corpo receptor natural, e somente 30% retorna para o processo industrial.

Tomando por base o abatedouro em foco e o seu sistema de tratamento, que recebe um volume de efluente equivalente a $1500 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ para uma produção de 103 mil aves por dia, o sistema de tratamento em operação pode ser considerado como simples. Entretanto, há consumo de energia para manter os aeradores em funcionamento 24 horas.

Uma excelente opção é quando um reator anaeróbico pode ser implantado a montante do sistema aeróbico, reduzindo a energia de aeração. Nos sistemas aeróbios, ocorre somente cerca de 40 a 50% de degradação biológica, com a consequência conversão em CO_2 . Verifica-se uma enorme incorporação de matéria orgânica como biomassa microbiana (cerca de 50 a 60%), que vem a se constituir de lodo excedente do sistema. O material orgânico não convertido em gás carbônico ou em biomassa deixa o reator como material não degradado (5 a 10%).

Assim, a combinação dos processos aeróbios e anaeróbios, torna o sistema de tratamento mais eficiente, pois equaciona vazões crescentes de efluentes e ainda permite a reutilização do efluente tratado no processo de produção. Esse processo se torna viável, pois o efluente em questão é mais facilmente biodegradável.

Sugere-se como recomendações de curto prazo para PML:

- Retirada de resíduos, dos caminhões, pisos e equipamento, a seco para posterior lavagem com água;
- Padronização dos procedimentos em todos os turnos de trabalho;
- Treinamento e conscientização de todos os funcionários e principalmente instrução específica daqueles que trabalham mais diretamente com uso de água, para que usem este bem de maneira consciente e mínima;

- Automatização da rede de água, para que ao findar dos processos operacionais de abate, haja interrupção da água nas canaletas e nas pias;
- Aumento da canaleta de sangria e do túnel da sangria, para maximizar a proporção de sangue recolhida;
- Alteração do procedimento de lavagem na etapa de sangria, para que maior quantidade de sangue seja extraída;
- Criação de uma política de gestão ambiental na empresa, com um dos enfoques na conservação da água e minimização de efluentes;
- Trabalhos de conscientização, abrangendo todos os funcionários para uso racional da água.

Certamente essas oportunidades de aplicação de PML podem representar ferramentas de grande potencial para gerenciamento de efluentes do processamento de carne de aves, sobretudo no sentido de aplicar as orientações, bem como tornar mais importante e eficaz o apoio as decisões de ajustes nos processos produtivos, através da geração de informações de fácil compreensão. Acreditamos que essas sugestões representam um caminho muito positivo a ser perseguido, porque podem constituir significantes alternativas para a empresa no sentido de mitigar impactos ambientais e diminuir custos, além de apresentar grande potencial em termos de tornar a empresa mais competitiva.

4.6 Matriz de Leopold

Para a construção da matriz utilizou-se dados obtidos através de visitas ao local de estudo voltados à identificação, análise e avaliação das principais ações, processos e impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas desenvolvidas direta e indiretamente no empreendimento. As análises e avaliações foram feitas com base na identificação dos processos advindos das diversas formas de usos na indústria com o conseqüente surgimento de processos e impactos ambientais no meio físico, biótico e antrópico.

A identificação e caracterização qualitativa dos impactos foram feitas a partir da utilização do método Matriz de Interação derivada da Matriz de Leopold (LEOPOLD et al., 1971).

Na empresa onde se desenvolveram os estudos, as etapas com grande consumo de água na produção foram divididas em fases para melhor identificar as atividades impactantes no meio, conforme os seguintes itens:

FASE 1 – Escaldagem : após a sangria, as aves chegam nesse setor penduradas pelos pés na nórea e são imersas por aproximadamente 1 minuto e 26 segundos na água do tanque de escaldagem com temperatura entre 58 a 65°C. A escaldagem, que pode ser considerada como a primeira operação de lavagem das aves, visa remover impurezas e o sangue da superfície externa e, principalmente, facilitar a retirada das penas. A água é clorada entre 0,4 a 2,0 ppm e com renovação contínua ≥ 8000 litros durante 8 horas de trabalho por turno.

Depois da escaldagem das aves, as mesmas passam em um tanque de escaldagem específico para as cabeças, com renovação constante de água, onde ficam emersas durante 6 segundos com temperatura de aproximadamente 70°C.

A temperatura e a cloração são variáveis fundamentais no que diz respeito à qualidade e aparência do produto. A água de escaldagem é mantida à temperatura desejável pela adição contínua de água quente, o que resulta num efluente líquido contínuo deste setor.

FASE 2 – Uma vez completa a etapa de evisceração, as carcaças se desligam dos ganchos transportadores, caindo em tanque aberto com água a temperatura ambiente. O pré-resfriamento é realizado em dois tanques em aço inox, dotados de rosca sem fim e acionados por motor elétrico com sistema de motoredutores para conduzir as carcaças à etapa seguinte, podendo utilizar ou não o sistema de borbulhamento. O pré-resfriamento é dividido em duas etapas, a primeira etapa é o pré-chiller, e a segunda etapa é o chiller.

As carcaças são desenganchadas mecanicamente da nórea e caem no pré-chiller, permanecendo no máximo 30 minutos, onde são conduzidos pela rosca sem fim. Nessa etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 16^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água é $\geq 1,5$ litro por carcaça, em contra fluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm.

As carcaças entram mecanicamente no chiller por meio de rosca sem fim e permanecem o tempo mínimo de 40 minutos. Nesta etapa a temperatura máxima da água permitida é $\leq 4^{\circ}\text{C}$ e a água gelada de entrada $\leq 4^{\circ}\text{C}$. A renovação de água é $\geq 1,0$ litro por carcaça, em contra fluxo, e a cloração da água entre 0,4 a 5 ppm.

A temperatura das carcaças na saída do sistema de pré-resfriamento é no máximo 7°C e a absorção de água no máximo 8% do peso da carcaça.

FASE 3 – Efluente Bruto: o processo refere-se a etapa de preparação dos efluentes oriundos dos diversos setores da produção, para tratamentos antes de descartar ou reaproveitar. Nessa etapa, todos os efluentes são canalizados e seguem para a estação de tratamento (ETE).

Na ETE o processo de tratamento de efluentes oriundos do abatedouro, funciona baseada num sistema biológico precedido de operações de pré-tratamentos que são fundamentais na remoção de penas, vísceras, óleos e graxas e sólidos em suspensão. Estas operações são:

Peneiras – Retêm as penas e sólidos maiores, os quais são reaproveitados nos digestores da fábrica de farinhas.

Retenção de óleos e graxas - retém óleos e graxas que são reaproveitados na fábrica de farinhas.

Decantadores primários – tanque onde são precipitados parte dos poluentes, vindo a formar o lodo orgânico.

Tanque de aeração – processo onde os microrganismos em presença de oxigênio fornecido por aeradores consomem a matéria orgânica poluente mineralizando-a.

Decantadores secundários – outro tanque onde a matéria orgânica mineralizada é precipitada sob a forma de lodo mineralizado.

Lagoa de tratamento - etapa onde a ação dos ventos e energia solar completa o tratamento, retirando as últimas partículas orgânicas da água através de microrganismos.

Lagoa de polimento – fase do processo de tratamento de efluentes onde é efetuado um polimento final dos despejos e (onde se espera obter água tratada e de boa qualidade).

FASE 4 – Efluente tratado: ponto onde se coletam amostras para análises visando controlar a eficiência do tratamento e a qualidade do efluente tratado. O volume de efluentes que chega à ETE é da ordem de $1500\text{m}^3 \text{ dia}^{-1}$, tendo um tempo de retenção de 10 horas. Para o tratamento deste volume, as lagoas têm um tempo de retenção de 10 dias. Análises físico-químicas do efluente são regularmente feitos para se adequar aos valores exigidos pelos órgãos fiscalizadores.

Após esta caracterização, as respectivas atividades do empreendimento foram apresentadas numa Matriz de Interação de Leopold, apresentada nas Tabelas 15 e 16, foram identificadas 15 ações impactantes (linhas), sendo que as mesmas tiveram que ser multiplicadas por 16 fatores ambientais considerados relevantes, resultando 475 possíveis relações de impactos, e 277 impactos identificados. Dos 277 impactos identificados a partir das Tabelas 15 e 16, apresentam-se os seguintes resultados para subsídio à proposição de medidas ambientais, minimizadoras ou potencializadoras:

- do total de impactos listados 58,5 % foram negativos e 41,5 % positivos, segundo o critério de valor (Figura 4);
- com relação aos critérios de ordem, 40 % foram de caráter direto e 60 % de caráter indireto (Figura 4);

- conforme o critério espacial, 83,8 % foram locais e 16,2 % regionais (Figura 4);
- para o critério de tempo, 91,3 % foram considerados de curto prazo e 8,7 % médio prazo (Figura 4);
- de acordo com o critério da dinâmica, 73,2 % foram impactos temporários e 26,8 % impactos permanentes (Figura 4);
- em relação ao critério de plástica considerou-se, 87 % impactos reversíveis e 13 % impactos irreversíveis (Figura 4).

Tabela 11. Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais para o processo produtivo das atividades do frigorífico de aves.

Características ambientais relevantes																								
fases	Atividades impactantes	Meio físico																						
		Meio físico						Meio Biótico			Meio antrópico													
		Ar	Recurso Hídrico			Recurso Edáfico			flora	fauna														
	Partículas solidas	Gases	Turbidez	Assorciamento	Compactação	Erosão	Fertilidade	Florística	Compactação	Redução do H	Base genética	Redução do Habitat	Econômico	infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	regional	Desenvolvimento	Paisagem	final	Qualidade do produto		
Escaldagem	Acumulo de penas e outras impurezas no piso.	NDT CTV	NIL CTS	NDL CTV								PIL CTV	PIL CTV	PDL ASV	NIL CTV	NIL CTV	PIL CTV	PIR CTV						
	Renovação continua de água no tanque.	NDL CTS	NDL CTV										PIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDR CTV					PDL CAV	
	Presença de vapor d'água e calor na sala.	NIL CTV		NDL CTV									PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PIR CTV					PDL CTV	
	Imersão das aves na água escaldante, como preparação para depenação	PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV									PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV	PIR CTV					PIL CTV	
	No processo ,sangue, penas e outras impurezas se misturam a água.												NIL CTS	NIL CTS	NIL CTS	NIL CTV	NIL CTV	NIR CTV					NIL CTV	
	Barulho das maquinas	PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV									NDL MTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDL CTV	NDR CTV					PIL CTV	
	Consumo do material lenhoso, e energia elétrica.	NDL CTV	NIL CTV											PIL CTV	PDL CTV	PIL CTV	PIL CTV	NDR CTV	PIR CTV	PIL CTV			NIL CTV	
	Aumento da temperatura do ambiente.	NIL CTS							NILPS	NILOAS	NILPS		NDLAV	NDL AOV	NIL AOV	NIL MAV	NIL MAV	PIR MAV					NIL MAV	
Pré-Chiller	Adição do cloro para desinfecção			NDL CTV							NIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDR CTV					PDL CTV	
	Imersão das carcaças na água de resfriadores contínuos tipo rosca.			PDL CTV							PIL CTV	PIL CTV	NIL CTV	PIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PIR CTV					PIL CTV	
	Renovação e adição constante de gelo nos tanques..			NIL CTV							NIL CTV		NIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PIR CTV					PIL CTV	
	Permanência das carcaças nos resfriadores para hidratação			PDL CTV	NIL CTV	NIL CTV	NIL CTV	NIL CTV			NDL MTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDR CTV					PDL CTV	
	Renovação constante de água dos resfriadores.									NIL CTV	NIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDR CTV					PDL CTV	
	Ajuste da temperatura do chiller para adequação	NDL OAV	NDL CTS	NDL OAV							NIL CTV	PNL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PIL CTV	PDR CTV					PDL CTV
	Injeção de ar nos tanques de pré-resfriamento.	NDL CTS	NDL CTV											PIL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDL CTV	PDR CTV					PDL CAV

Tabela 12. Matriz de identificação qualitativa dos impactos ambientais para a estação de tratamento.

Atividades Impactantes		Características ambientais relevantes																			
		Meio físico						Meio Biótico				Meio antropico									
		Ar		Recurso Hídrico		Recurso Edafico		Flora		fauna											
		Partículas solidas	Gasess	Turbidez	Assoreamento	Compactação	Erosão	fertilidade	florística	Redução do H natural	Base genética	Redução do Habitat	Econômico-foeth	infraestrutura	Tecnologia	Qualidade de vida	Saúde	regionalDesenvolvimento	paisagem	finalQualidade do produto	
Efluentes	Mistura de efluentes de todos os setores	NIL CTV							NILOAS	NIL OAS	NIL PS	N D L R V	ND L AV	ND L AO V	NIL OAV	NIL MA V	NIR MA V		NIL CAV		
	Disposição do efluentes ao ceu aberto			ND L CT V					NIL CTV	PIL CTV	PIL CTV	PI L C T V	PIL CT V	PIL CT V	NIL CTV	PIL CT V	PIR CTV	NIL CT V	PIL CTV		
	Circulação de funcionários para controle	NDL MAV	N DL MA V	ND LM AV	ND LM AV					NIL CTV	NIL CTV	NI L C T V	PIL CT V	PIL CT V	PIL CTV	NIL CT V	PIR CTV	NIL CT V	PIL CTV		
	Consumo de energia	NIL CTV	NIL CTV							PIL CTV	PIL CTV	PIL CTV	PI L C T V	PIL CT V	PIL CT V	PIL CTV	PIL CT V	PIR CTV	PIL CT V	PIL CTV	
Efluentes Tratados	Presença de funcionários no local	N DLC TV	N DLC TV	NI LC TV		N LDC TS	NI L CT V	N ILC TV	N DLCT V	PILCTV	NILCT V	NIL CTV	NI L C T V	NIL CT V	NIL CT V	NIL CTV	NIL CT V	NIR CTV	NIL CT V	NIL CTV	
	Circulação de veículos no local									NIL CTV	NIL CTV	PDL CTV	P D L C T V	PIL CT V	NIL CT V	NIL CTV	NIL CT V	NIR CTV	NIL CT V	NIL CTV	
	Aumento de odores na ETE	N ILCT V	N ILC TV	NI LC TV						NIL CTV		NIL CTV	NI L C T V	PD L CT V	PD L CT V	PIL CTV	NIL CT V	NIR CTV	NIL CT V	NIL CTV	
	Lançamento do efluente no corpo receptor (Arroio)	N ILCT V	N ILC TV	ND LC TV		N DCT V	NI LC TV		N DLCT V	NIL CTS		NDL CTV	NI L C TS	NIL CT S	PIL CT V	PIL CTV	PIL CT V	NIR CTV	NIL CT V	NIL CTV	
	Presença de aves e ovelhas no local	N ILCT V	N ILC TV	NI LC TV						NILC TV	NIL CTV	NIL CTV	NIL CTV	NI L C T V	NIL CT V	NIL CT V	NIL CTV	NIL CT V	NIR CTV	PIL CT V	NIL CTV
	Presença de larvas de mosquito e outros animais no efluente			ND LC TV						NIL CTV	NIL CTV	PIL CTV	NI L C T V	NIL CT V	NIL CT V	NDL CTV	ND L CT V	NDR CTV	NIL CT V	NIL CTV	

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.

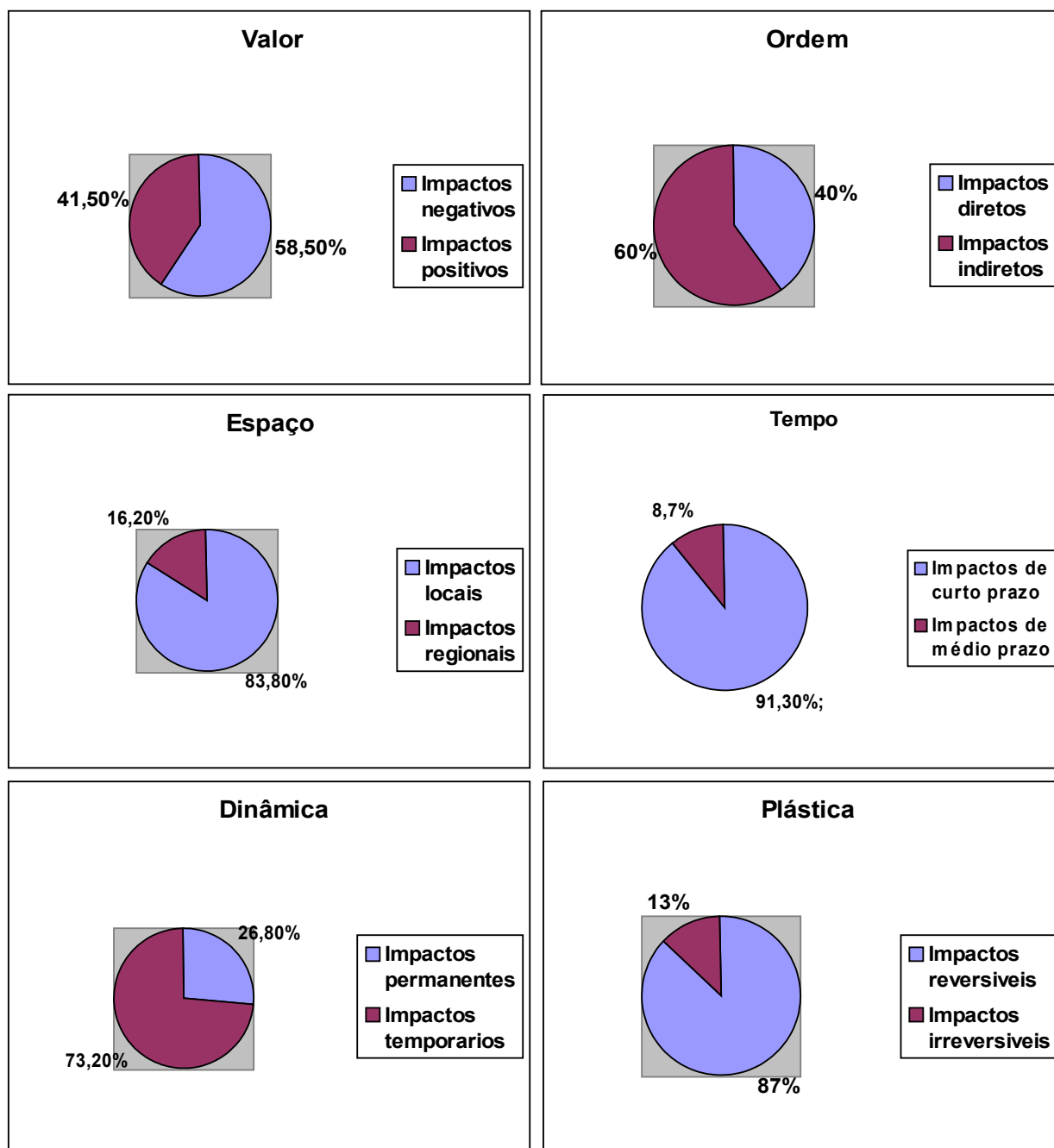


Figura 4. Avaliação qualitativa de impactos ambientais, conforme os diferentes critérios.

Os aspectos de maior impacto ambiental revelados nas Tabelas 15 e 16 dizem respeito ao descarte de efluentes, o que associa-se aos resultados dos índices, índice de destruição de oxigênio dissolvido (IDOD), índice de eutrofização (IE) e índice de pressão ambiental (IPA).

Com base nos dados das Tabelas 8, 9 e 10 foram determinados os índices de impactos ambientais que são apresentados na Tabelas 13, 14 e 15.

Tabela 13. Índices de impactos ambientais no uso das águas em abril de 2007.

Índice	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado
IDOD	4,24	2,68	6,66	0,34
IE	252,65	81,93	301,60	48,58
IPA	190,54	62,12	227,87	36,53

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 14. Índices de impactos ambientais no uso das águas em julho de 2007.

Índice	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado
IDOD	16,63	1,83	7,25	0,27
IE	655,85	48,23	139,63	45,32
IPA	496,04	36,63	106,54	34,06

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 15. Índices de impactos ambientais no uso das águas em dezembro de 2007.

Índice	Escaldagem	Pré-chiller	Efluente Bruto	Efluente Tratado
IDOD	13,14	1,18	6,59	0,32
IE	402,53	34,35	113,27	36,80
IPA	305,18	26,06	86,60	27,68

Fonte: elaborado pelo autor

Sem dúvida, um dos grandes impactos ambientais causado pela indústria de abate e processamento de aves é o alto consumo de água e conseqüentemente geração de efluentes com altas cargas orgânicas. Nesse contexto e devido a esse fato, o presente estudo procurou avaliar os índices de eutrofização (IE) e índice de destruição de oxigênio dissolvido (IDOD) e índice de pressão ambiental (IPA), utilizando o *software* SAAP. Para o índice de pressão ambiental-IPA conforme os valores apresentados na Tabela 17, 18 e 19 estão acima do aceitável e muitíssimo acima para a saída do efluente tratado, pois o estabelecido como valor final de 1,0. O maior peso de impacto para a gestão do uso das águas da indústria em estudo é o IE, com peso de 75% de carga poluente, enquanto que o IDOD corresponde a 25% da carga poluente. Observa-se que o

IPA melhora no mês de dezembro, isto pode ser explicado devido ao aumento da temperatura e assim o sistema biológico, lodo ativado e lagoas facultativas apresentam um melhor desempenho.

Considerando que o valor ideal da pressão ambiental oscila entre 0 e 1, observa-se que os resultados obtidos estão acima do valor desejado, incluindo o efluente tratado. Assim, constata-se que há grande contribuição dos efluentes da empresa para o impacto ambiental.

4.7 Caracterização dos problemas e medidas ambientais

Os principais problemas ambientais identificados nas atividades da empresa são:

FASE 1 – Tanque de escaldagem:

- a) aumento da temperatura e umidade do ambiente;*
- b) geração e emissão de ruído e materiais particulados;*
- c) riscos de acidentes e problemas de saúde do colaborador;*
- d) geração de efluentes e redução da capacidade do colaborador;*
- e) desperdício de água e matéria prima.*

FASE 2 – Pré-resfriamento – pré-chiller:

- a) emissões de ruídos e materiais particulados;*
- b) desperdício de água e matéria-prima;*
- c) geração de resíduos líquidos;*
- d) riscos de acidentes e problemas de saúde.*

FASE 3 – Ponto de entrada de efluente bruto na ETE:

- a) emissões de odores desagradáveis;*
- b) desperdício de matéria-prima;*
- c) geração de resíduos líquidos;*
- d) aumento de custo de tratamento do efluente.*

FASE 4 – Ponto de saída de efluente tratado na ETE:

- a) emissões de ruídos e calor;*
- b) contaminação do corpo receptor;*
- c) geração de ruídos, odores e resíduos líquidos;*
- d) redução e perda da fauna local.*

Após esta caracterização das ações impactantes no meio ambiente, propôs algumas medidas ambientais com o objetivo de minimizar os impactos negativos e potencializar os

impactos positivos, além de atribuir as responsabilidades para a execução dessas prognose, como:

FASE 1 – Escaldagem:

- a) instalar ventiladores e janelas para tornar o ambiente mais arejado;*
- b) submeter os funcionários a treinamentos e alerta-los sobre a importância do uso de EPIs;*
- c) uso de rodos para tirar as concentrações de materiais grossos do piso antes de usar água;*
- d) sensibilizar os funcionários sobre a importância do uso racional da água pela sua condição finita.*

FASE 2 – Pré-chiller:

- a) estabelecer a importância do uso da água e a sua condição finita;*
- b) utilização de equipamentos de segurança nos funcionários;*
- c) realizar manutenção e adequação das máquinas;*
- d) prover treinamento para funcionários.*

FASE 3 – Efluente bruto (ETE):

- a) utilização de equipamentos de segurança nos funcionários (EPI's e EPC's);*
- b) realizar adequação dos equipamentos de tratamento de efluentes;*
- c) prover treinamento para funcionários.*

FASE 4 – Efluente tratado (ETE):

- a) utilização de equipamentos de segurança nos funcionários (EPI's e EPC's);*
- b) realizar adequação dos equipamentos de tratamento de efluentes;*
- c) implantar rotatividade nas escalas de horários de trabalho dos funcionários;*
- d) prover treinamento para funcionários.*

Cabe a empresa a implantação destas medidas ambientais, além da participação dos atores sociais direta e indiretamente envolvidos.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A preocupação com o meio ambiente tem apresentado uma dinâmica diferenciada nas organizações e nas nações nas quais estas se encontram. O mercado não mais aceita o descaso no tratamento dos recursos naturais. Os consumidores estão interessados em produtos limpos. A legislação torna-se mais rígida, impondo sanções aos infratores, obrigando as empresas a encarar com seriedade e responsabilidade a variável ambiental em sua estratégia operacional. Adequar-se às exigências ambientais dos mercados, governos e sociedade, apesar de levar a empresa a despende um montante considerável, traz benefícios financeiros e vantagens competitivas. Muitas empresas perdem anualmente, produzindo resíduos e gastam muito mais para limpá-los.

Portanto, o uso de ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais que proporcionem o desenvolvimento e uso de tecnologias ecológicas, bem como a melhoria contínua dos processos produtivos, trazem melhoras para os cenários sócios-econômicos e ambientais para os atores sociais do empreendimento, eficiência e competitividade para a empresa.

As empresas, face a três fatores determinantes; legislativo, econômico e o terceiro se refere a fator de conscientização ambiental, são obrigadas a considerar e buscar estratégias de proteção e conservação do meio ambiente. Desta forma, as empresas estão buscando ajustar suas filosofias, missão e valores, objetivando se adaptar as novas demandas da sociedade, mas principalmente este ajuste visa a sobrevivência da empresa num mercado globalizado e turbulento.

Dentro deste contexto, a empresa em questão está começando a se preocupar com o meio ambiente, com a saúde e segurança do trabalhador, mas também com sua responsabilidade social e ética. A empresa que quer continuar existindo, precisa rever sua política interna em relação a estas variáveis e procurar introduzi-las em sua estratégia. Entretanto as questões ambientais estão sendo consideradas como novas oportunidades de negócio e não como ameaças aos seus lucros. Há então duas razões para a empresa mude seu modo de pensar e agir em relação ao meio ambiente; os custos e os consumidores.

Para reduzir os custos e atender as exigências dos consumidores, uma das estratégias possíveis seria a adoção de PML. Atualmente, a empresa, no seu modo de produção, desperdiça matéria prima e energia pela intensa geração de resíduos e emissões. A vontade de mitigar ou eliminar as causas e os efeitos desta situação são os principais objetivos da PML. Na luta para

alcançar e praticar PML, a empresa pode vir a reduzir seus custos, bem como aumentar sua competitividade e sua capacidade inovadora atendendo adequadamente as necessidades de seus consumidores. E, como resultado final proporciona um incremento na competitividade da empresa.

Assim o tema da dissertação em questão se refere a PML como geradora de inovação e competitividade, sob ótica de gestão da tecnologia; embasados na metodologia CNTL, e tendo em vista as questões ambientais para obter um estudo de caso na indústria de abate avícola na região do Vale do Taquari-RS. Nesse contexto o estudo buscou uma aplicação de estratégias preventivas e integradas, dentro do processo industrial de abate de aves, para reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente através de ajustes afim de atingir uma melhora na eficiência do processo produtivo.

Houve alguns empecilhos para a realização das medidas de consumo de água em cada ponto e processo da empresa como o acesso para realizar as leituras e medidas, sendo necessárias instalações de hidrômetros. Apesar de que não ter sido realizada medidas em alguns setores como (limpeza, refeitório e banheiros), pode-se concluir que o balanço hídrico realizado teve sucesso, uma vez que o consumo de água medido nos pontos críticos decresceu com a aplicação das medidas de PML sugeridas.

A aplicação das propostas metodológicas do gerenciamento hídrico na indústria sugeriu uma redução de 13% do consumo de água. Nesse contexto, a instalação de hidrômetros na entrada e saída dos pontos de maior consumo de água e aplicação de um monitoramento das vazões de entrada e saída nesses pontos, através de um funcionário designado para medir as vazões de hora em hora, foi contabilizado o desperdício de água que corresponde a 9000 L h^{-1} nesses pontos críticos. Assim, foi possível atingir essa redução. A economia financeira teórica é significativa, pois há uma redução teórica dos custos de tratamento de água e efluente. Teórica; porque ainda não foi feita a implantação de hidrômetros em todos os setores e um reator anaeróbio para atingir todos os objetivos pretendidos inicialmente pelo estudo. Mas, sem dúvida o estudo contribuiu no sentido de minimizar o consumo de água nesta indústria/abatedouro de aves e reduzir os custos com o tratamento de efluentes.

O estudo realizado neste abatedouro de aves constatou, de maneira geral, uma remoção inadequada de nutrientes no sistema de tratamento da ETE, particularmente Fósforo Total e Nitrogênio Total e, conseqüentemente, o aumento da concentração desses nutrientes no corpo receptor, contribuindo ao processo de eutrofização.

Desta forma, os mananciais de águas existentes estão comprometidos pela contaminação física, química e biológica a qual não fica restrita apenas ao ponto onde é lançada, uma vez que

os arroios não se restringem às divisões político-administrativas, mas inseridos numa unidade de gestão territorial mais abrangente, ou seja, regional. Essa relação causa efeito tem conseqüências de caráter ambiental, econômico e político.

6. REFERENCIAS

APHA, American Public Health Association; AWWA, American Water Works Association; WEF, Water Environment Federations. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington/DC: APHA, 19th ed., 1998.

ANDREROLI, F. N.; BOLLMANN, H. A.; OLIVEIRA, R. K. Estruturação de um indicador de eco-eficiência para os fluxos de massa de processos industriais. In: 23^o CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Campo Grande/MS:ABES, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria n° 210 de 10 de novembro de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Diário Oficial da União, Brasília, 26 nov. 1998.

Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU_LATERAL/INTERACAO/>. Acesso em: 20 nov. 2007

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. Plano Nacional de Recursos Hídricos, 1998, Documento Base de Referência, <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/PlanejHidrologico/default.asp>>. Acesso em: 20 nov. 2007

BRASIL. Ministério de Estado da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. D.O.U. - Diário Oficial da União; Brasília, 26 mar. 2004. Disponível em: < <http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de

lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário oficial da União, Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 nov.2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. Imprensa. Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água, 06 dez. 2007. Disponível em: <http://parnaiba.ana.gov.br/atlas_nordeste/>. Acesso em: 07 dez. 2007.

BRASIL, Resolução do CONSEMA N^o 128/2006, Secretaria da Saúde e Meio Ambiente/RS, Disponível em: <http://www.aquafлот.com.br/legislacao.html>. Acesso em 10 dez. 2007.

CHARTZOULAKIS, K. S.; PARANYCHINAKIS, N. V.; ANGELAKIS A. N. Water resources management in the island of Crete, Greece with emphasis on the agricultural use. *Water Policy*, v. 3, p. 193-205, 2001.

CODEX ALIMENTARIUS. Codex Alimentarius Commission: Codex Committee on Food Hygiene. *Discussion Paper on Proposed Draft Guidelines for the Hygienic Reuse of Processing Water in Food Plants*. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 32nd Session, Washington, DC, USA, 1999.

CODEX ALIMENTARIUS. Codex Alimentarius Commission: Codex Committee on Food Hygiene. *Proposed Draft Guidelines for the Hygienic Reuse of Processing Water in Food Plants*. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 34th Session, Bangkok, Thailand, 2001.

CHERNICHARO, Carlos A. de L. *Reatores anaeróbios: Princípio de tratamento biológico de águas residuárias*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFMG, 1997.

COELHO, A. et al. Prevenção da poluição. Brasília, SENAI/DN, 2002.

CRUZ, Valdo; SALOMON, Marta. Crise da água pode afetar 41 milhões no semiárido. Folha de São Paulo, São Paulo, 06 dez. 2007. Ciência. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0612200601.htm>>. Acesso em 06 dez. 2007.

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, 2006.

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

DONAIRE, Denis. *Gestão ambiental na empresa*. 2. ed. São Paulo, Atlas, 1999. 169p.

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

GAMUS. Gamus Química Ltda. Apostila Tratamento de águas industriais. Pomerode/SC, abr. 1997.

GONÇALVES, R. B., NASCIMENTO, L. F. Impacto da aplicação de técnicas de produção limpa: caso Pigozzi. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Gramado-RS, 1997.

Disponível em: <<http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/artigo/Roberto.pdf>>

HÁBIL QUÍMICA. Hábil Química Ltda. Tratamento de água e manutenção industrial. Sorocaba/SP, mar. 1997.

GOUVINHAS, R. P.; PIMENTA, H. C. D. Mitigação de impactos ambientais através de oportunidades de produção mais limpa na indústria de abate avícola em Natal-RN. XXIV ENEGEP. Florianópolis-SC, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2004.

KELMAN, J. O desafio de levar água para todos. *Revista SENAC e Educação Ambiental*. Rio de Janeiro, ano 12, nº1, p. 8-12, jan./abr. 2003.

Disponível em: <http://www.senac.br/informativo/educambiental/EA_012003/entrevista.asp>. Acesso em: 20 nov. 2007.

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

LEOPOLD, L. B. et al. A procedure for evaluating environmental impact. Wahington, D.C., *Geological Survey Circular*, 1971. 645p.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. *Reúso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003.

MANIOS, T.; GAKI, E.; BANOU, S.; KLIMATHIANOU, A.; ABRAMAKIS, N.; SAKKAS, N.. Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry. *Resources, Conservations and Recycling*; v. 38, i. 4, p. 335-345, 2003.

MITTAL, Guari S. Treatment of Wastewater from abattoirs before land application – a review. *Bioresource Technology*, v. 97, p. 1119-1135, 2006.

MUCCILOLO, Pasqual. *Carnes: estabelecimentos de matança e industrialização*. Coleção Brasil Agrícola. São Paulo: Ícone, 1985.

MACHADO, Ênio Leandro. *Gestão e tecnologia ambiental*. Material Didático. Santa Cruz do Sul, 2006.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. *Água na indústria: uso racional e reúso*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MOTA, Suetônio, *Introdução à Engenharia Ambiental*. Rio de Janeiro: ABES-3ed. 2003. 416p.

PARDI, M. C. et al. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 1ed. v. 1. Goiânia: CEGRAF – UFG/Niterói: EDUF, 1993.

PINHEIRO, Marcos Roberto. *Abate e processamento de frangos*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. 150p.

PURICELLI, L.. United States Department of Agriculture, *Food Safety and Inspection Service (FSIS)*. Sanitation Performance Standards. Presentations used at the FSIS District Work Unit Meetings, 2001. Disponível em:

<<http://www.fsis.usda.gov/OFO/nextsteps/lpuricelli.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2007.

SAAP: Avaliação Ambiental de Processos. Ouro Preto: EPTOF. 2002. 1 CD-ROM.

SASTRY, C. A.; SUNDARAMOORTHY, S. Industrial use of fresh water vis-à-vis reclaimed municipal wastewater in Madras, India. *Desalination*, v. 106, n. 1-3, p. 443- 448, 1996.

SAUTCHÛK, C. A. et al. *Conservação e Reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial*. Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp/Ciesp, v. 1, 2005.

SCHERR. Sherr Indústria Química Ltda. Boletim Técnico. Contagem/MG, nov. 1996.

SILVA, Elias. Apostila do Curso de Engenharia Florestal - *Análise e Avaliação de Impactos Ambientais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa-MG, 1996. 68p.

SIMIONI, Lílian. Cobre contamina águas da bacia do Rio do Peixe. *Diário Catarinense*, Florianópolis, 13 ago. 2006, p. 33.

SCARASSATI, D. et al. *Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos*. III Fórum de estudos Contábeis 2003. disponível em:

<<http://www.ceset.unicamp.br/lte/artigos/3fec2414.pdf>>. acesso em: 15 nov. 2007.

SENAI, *Implementação de programa de produção mais limpa*. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDOS/INEP, 2003a.

SENAI, *Princípios básicos de produção mais limpa em matadouros e frigoríficos*. Serie manuais de produção mais limpa. Porto Alegre, centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003b.

WILLERS, H. C.; KARAMANLIS, X. N.; SCHULTE, D. D. Potential of closed water systems on dairy farms. *Water Sci. Technol.* v. 39, n. 5, p. 113-119, 1999.

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](#)