

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MINIMIZAÇÃO DA  
GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM FRIGORÍFICO  
INDUSTRIAL**

Gustavo H. de C. Peterlini

Engenheiro Ambiental, UNESP, 2006.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Célia Regina G. Tavares

Dissertação de Mestrado  
submetida à Universidade  
Estadual de Maringá, para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Química, área de  
Gestão, Controle e Preservação  
Ambiental.

Maringá – PR – Brasil

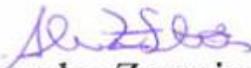
Fevereiro de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

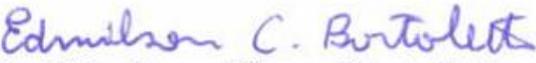
Esta é a versão final da Dissertação de Mestrado apresentada por Gustavo Henrique de Campos Peterlini perante a Comissão Julgadora do Curso de Mestrado em Engenharia Química em 13 de fevereiro de 2009.

COMISSÃO JULGADORA

  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Célia Regina Granhen Tavares  
Orientadora

  
Dr<sup>a</sup> Alessandra Zacarias dos Santos  
Co-orientadora

  
Dr<sup>a</sup> Cláudia Telles Benatti  
Membro

  
Dr. Edmilson Cesar Bortoletto  
Membro

P479d Peterlini, Gustavo H. de C.

Diagnóstico e proposta de minimização da geração de resíduos em frigorífico industrial / Gustavo H. de C. Peterlini. – 2009.

115 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Programa de Mestrado em Engenharia Química, 2009.

“Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Célia Regina G. Tavares”.

1. Resíduos sólidos – redução – frigorífico industrial – Goiânia (GO). 2. Resíduos líquidos – redução – frigorífico industrial – Goiânia (GO). 3. Resíduos gasosos – redução – frigorífico industrial – Goiânia (GO). 4. Desenvolvimento sustentável. 5. Preservação ambiental. I. Título.

CDU: 628.3/.4:338.4:504.03(043.3)

*À minha família, por sempre  
acreditarem em mim e na realização desse sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que está sempre presente em minha vida, também a minha família que sempre está ao meu lado.

Às minhas orientadoras Célia e Alessandra por todo conhecimento dividido comigo e a todos que acreditaram em mim.

*“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”*

*Ayrton Senna*

## **DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM FRIGORÍFICO INDUSTRIAL**

Autor: Gustavo Henrique de Campos Peterlini

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Célia Regina G. Tavares (DEQ/UEM)

Dissertação de Mestrado; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química; Universidade Estadual de Maringá; Av. Colombo, 5790, Bloco E-46, Sala 09; CEP 87020-900 – Maringá-PR-Brasil, defendida em 13 de fevereiro de 2009.

### **RESUMO**

O presente trabalho foi realizado em uma unidade frigorífica de grande porte localizada na cidade de Goiânia, estado de Goiás. O objetivo principal é implantar projetos que reduzam a geração de resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos. Para tanto, foi realizado levantamento de dados e descrição dos processos envolvidos na linha de produção, que resultou na descoberta de pontos passíveis de melhoria. Os projetos relativos a redução na geração de resíduos sólidos e líquidos já estão implantados, e o seu acompanhamento tem demonstrado resultados satisfatórios, por outro lado o projeto de redução nas emissões de metano (grande responsável pelo aquecimento global) está em fase descritiva e de análise da viabilidade econômica, uma vez que se trata de um investimento de grande porte. Assim sendo, a unidade fabril tem apresentado avanços no que diz respeito à gestão ambiental. Com a implantação dos projetos de economia de água obteve-se uma redução em torno de 20% no consumo, e com relação aos resíduos sólidos o trabalho de reaproveitamento do rúmen como combustível sanou o problema do resíduo sólido gerado em maior quantidade no processo produtivo. Essas mudanças visam a atingir a melhor eficiência possível no uso dos recursos naturais, e assim caminhar para o desenvolvimento sustentável.

**ABSTRACT**

The present work was accomplished in a slaughterhouse unit of high capacity located in the city of Goiânia, state of Goiás. The main objective is to introduce projects that reduce the generation of solids, liquids or gaseous residues. In this manner, it was accomplished a data collection and description of the industrial processes, that resulted in the reduction of generation of solid and liquid residues have already been put into execution and their monitoring process has presented satisfactory results. It was obtained a reduction of 20% in the water consumption. In that way, the industry has presented progress regarding to the environmental management. The reuse of the rumen as fuel solved the problem that is caused by the great quantity of this residue generated in the process. The project of reduction of methane emission (responsible for the global heating) is still in elaboration and analysis of the economical viability, since it represents a great investment. These changes aim to reach the best possible efficiency in the use of the natural resources and, in that way, move in the direction of the sustainable development.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....</b>	<b>01</b>
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>05</b>
<b>II.1. A produção de bovinos no Brasil.....</b>	<b>05</b>
<b>II.2. Os estabelecimentos de abate de bovinos.....</b>	<b>07</b>
<b>II.3. Aspectos da linha de produção.....</b>	<b>10</b>
<b>II.4. Poluição.....</b>	<b>15</b>
<b>II.5. Impactos ambientais.....</b>	<b>16</b>
<b>II.6. Geração de efluentes líquidos em empreendimentos de abate de bovinos.....</b>	<b>21</b>
<b>II.7. Geração de resíduos sólidos em empreendimentos de abate de bovinos.....</b>	<b>25</b>
<b>II.8. Consumo de energia em empreendimentos de abate de bovinos.....</b>	<b>32</b>
<b>II.9. Uso de produtos químicos em empreendimentos de abate de bovinos.....</b>	<b>33</b>
<b>III. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
<b>IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>IV.1. Descrição do empreendimento.....</b>	<b>38</b>
<b>IV.1.1. Curral.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.1.1.1. Banho de aspersão.....</b>	<b>42</b>
<b>IV.1.1.2. Critérios adequados para transporte.....</b>	<b>43</b>
<b>IV.1.2. Abate.....</b>	<b>45</b>
<b>IV.1.2.1. Tipos de abate.....</b>	<b>45</b>
<b>IV.1.2.1.1. Insensibilização e sangria.....</b>	<b>46</b>
<b>IV.1.2.1.2. Kosher.....</b>	<b>46</b>
<b>IV.1.2.1.3. Halal.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.1.2.2. Velocidade do abate.....</b>	<b>49</b>
<b>IV.1.3. Separação das vísceras.....</b>	<b>49</b>
<b>IV.1.3.1. Miúdos.....</b>	<b>50</b>
<b>IV.1.3.2. Bucharria.....</b>	<b>50</b>
<b>IV.1.3.3. Triparia.....</b>	<b>53</b>
<b>IV.1.4. Subprodutos.....</b>	<b>55</b>
<b>IV.1.5. Corte.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.1.6. Capacidade de resfriamento.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.1.7. Desossa.....</b>	<b>58</b>

IV.1.7.1. Capacidade de produção.....	58
IV.1.7.2. Congelamento de carnes.....	61
IV.1.8. Instalações de apoio.....	64
IV.1.8.1. Caldeiras.....	64
IV.1.8.2. Casa de máquinas.....	66
IV.1.8.3. Garantia da qualidade.....	68
IV.1.8.3.1. Laboratório.....	69
IV.1.8.4. Limpeza industrial.....	71
IV.2. Diagnóstico do uso da água na indústria.....	74
IV.2.1. Tratamento de água.....	75
IV.2.2. Estação de tratamento de efluentes (ETE).....	77
V. PROPOSTA DE MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	82
V.1. Projeto de reaproveitamento de rúmen como combustível para caldeiras.....	83
V.2. Projeto de economia de água.....	86
V.3. Projeto de redução das emissões de metano.....	90
VI. CONCLUSÕES.....	95
VII. REFERÊNCIAS.....	97

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura II.1</b> – Evolução no abate de bovinos entre os anos de 1994 e 2006.....	<b>06</b>
<b>Figura IV.1</b> – Animais em regime hídrico no curral.....	<b>40</b>
<b>Figura IV.2</b> – Esquematização de meios de transporte.....	<b>44</b>
<b>Figura IV.3</b> – Caldeira 3 alimentada com lenha.....	<b>64</b>
<b>Figura IV.4</b> – Grupo gerador e compressor para geração de frio.....	<b>67</b>
<b>Figura IV.5a</b> – Ponto de captação de água bruta.....	<b>76</b>
<b>Figura IV.5b</b> – Sistema de coagulação e floculação.....	<b>76</b>
<b>Figura IV.6a</b> – Sistema de decantação.....	<b>77</b>
<b>Figura IV.6b</b> – Filtro de areia.....	<b>77</b>
<b>Figura IV.7</b> – Representação esquemática da disposição das lagoas de tratamento de efluentes.....	<b>78</b>
<b>Figura IV.8</b> – Representação esquemática da geração de efluentes e resíduos.....	<b>80</b>
<b>Figura V.1</b> – Carreta de transporte de material para a caldeira.....	<b>85</b>
<b>Figura V.2a</b> – Prensa desaguadora.....	<b>85</b>
<b>Figura V.2b</b> – Secador da caldeira sendo alimentado.....	<b>85</b>
<b>Figura V.3</b> – Aspersores instalados no curral, substituídos.....	<b>89</b>

**Figura V.4** – Modelo de nebulizadores instalados no curral..... **90**

**Figura V.5** – Projeto em 3D dos flotores físico-químicos..... **91**

**Figura V.6** – Esquema ilustrativo da distribuição dos equipamentos..... **91**

**ÍNDICE DE TABELAS**

<b>Tabela II.1</b> – Pesos e rendimentos médios das carcaças e dos subprodutos de bovinos.....	<b>08</b>
<b>Tabela II.2</b> – Características médias de efluente em abatedouros.....	<b>24</b>
<b>Tabela IV.1</b> – Capacidades e áreas dos currais de recepção.....	<b>41</b>
<b>Tabela IV.2</b> – Padrões e características de qualidade da farinha de carne e osso.....	<b>56</b>
<b>Tabela IV.3</b> – Padrões e características de qualidade da farinha de sangue.....	<b>56</b>
<b>Tabela IV.4</b> – Capacidade das áreas de congelamento e estocagem.....	<b>63</b>
<b>Tabela IV.5</b> – Características técnicas das caldeiras.....	<b>65</b>
<b>Tabela IV.6</b> – Sala de máquinas.....	<b>67</b>
<b>Tabela IV.7</b> – Características das lagoas do sistema de tratamento de efluentes.....	<b>78</b>
<b>Tabela V.1</b> – Pontos de consumo de água, vazão e volume consumido diariamente, antes da instalação dos equipamentos de controle e redução.....	<b>87</b>
<b>Tabela V.2</b> - Pontos de consumo de água, vazão e volume consumido diariamente, após a instalação dos equipamentos de controle e redução.....	<b>88</b>

## ÍNDICE DE SIGLAS

**ABETRE** – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais;

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

**PND** – Plano Nacional de Desenvolvimento;

**APPCC** - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle;

**BRC** – British Retail Consortium;

**BPF** – Baixo Ponto de Fluidez;

**BPF** - Boas Práticas de Fabricação;

**CE** – Comunidade Européia;

**CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental;

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente;

**CFC** – Clorofluorcarbonos;

**CNUMAD** - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento;

**CNPC** – Conselho Nacional da Pecuária de Corte;

**CTM** - Contagem Total de Mesófilos;

**DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio;

**DIA** – Documento de Identificação do Animal;

**DQO** – Demanda Química de Oxigênio;

**EDTA** - Etileno-Diamino-Tetra-Acetato;

**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental;

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

**EPI** – Equipamentos de Proteção Individual;

**ETA** – Estação de Tratamento de Água;

**ETE** – Estação de Tratamento de Efluentes;

**GTA** – Guia de Trânsito Animal;

**HCFC** - hidrocloro-fluorcarbonos;

**INMETRO** - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;

**ISO** – International Standardization Organization;

**LAS** - alquil-benzeno-sulfonatos lineares;

**MRE** - Material de Risco Específico;

**NBR** – Norma Brasileira;

**NPE** - nonil-fenoletoxilato;

**NTAA** – Ácido-Nitrilo-Triacético;

**PIB** – Produto Interno Bruto;

**PSO** - Procedimento Operacional Sanitário;

**PPHO** - Procedimento Padrão de Higiene Pré-Operacional e Operacional;

**PPI** - Ponto permanente de Iscagem;

**PPC** - Ponto permanente de cola;

**RAP** – Relatório Ambiental Preliminar;

**RNC** – Registro de Não-Conformidade;

**RIMA** – Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente;

**SIC** – Sistema de Inspeção de Carnes;

**SMA** – Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo;

**SISNAMA** – Sistema Nacional de Meio Ambiente;

**SIF** – Sistema de Inspeção Federal;

**SISBOV** – Sistema Brasileiro de Identificação Bovina ou Bubalina.

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A preocupação com o ambiente no âmbito da produção industrial não é algo recente, pois verifica-se desde a antiga Grécia, que os curtumes, com odores desagradáveis, somente poderiam ser construídos após autorização especial. As fundições de prata necessitavam de chaminés altas para que os gases tóxicos formados, que continham SO<sub>2</sub>, se dispersassem melhor na atmosfera (FELLENBERG, 1980).

Ainda segundo Fellenberg (1980), na antiga Roma havia um decreto que permitia a instalação de matadouros, curtumes, fabricantes de azeite e lavanderias, atividades que causavam desprendimento de gases desagradáveis, somente além do rio Tibre, que eram locais desabitados. Também os fornos dos fabricantes de vidro que geravam gases poluentes somente poderiam ser instalados em áreas restritas das cidades.

A Revolução Industrial em meados do século XIX impulsionou o surgimento de novas tecnologias, o que permitiu a redução das taxas de mortalidade e o aumento da expectativa de vida da população em todo o mundo. Tal evolução do modo de produção calcada no uso deliberado de recursos naturais e fontes de energia não-renováveis aliada às “necessidades” cada vez maiores da crescente população, não considerou devidamente a manutenção da qualidade ambiental.

Segundo Berglund, *apud* Matos (1997), a relação da humanidade com a geração e destinação dos resíduos pode ser dividida em quatro estágios ao longo da história.

O primeiro estágio correspondeu ao início da era do industrialismo, em que o objetivo era o lucro a curto prazo e todos os dispositivos necessários para isso como sociedade, indivíduos e recursos naturais eram utilizados sem que houvesse preocupação com as conseqüências que poderiam acarretar no futuro. Assim, nesta época não era encontrado nenhum gerenciamento de resíduos, estes eram descartados no meio ambiente, pois apresentavam a forma mais prática e com baixo custo operacional, mas implicava grandes prejuízos ao meio ambiente como desastres ambientais, escassez de recursos naturais e extinção de algumas espécies de animais.

Na segunda etapa surgiu a preocupação conservacionista em todo o mundo. Em 1972, na Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano, desenvolveu-se uma política ambiental internacional. Neste período ocorre o desenvolvimento de regulamentos ambientais, controles e tratamento de resíduos, gerando um problema que é a transferência de poluentes de um meio para outro.

No terceiro estágio, os resíduos eram analisados e objetivava-se o melhor tratamento e reaproveitamento destes no processo. Nesta etapa surgiram as técnicas de reciclagem objetivando diminuir os resíduos a serem tratados ou dispostos. Porém como havia alguns processos em que o reaproveitamento de resíduos não era economicamente viável, o seu custo operacional se tornava muito elevado.

A última etapa era a prática do gerenciamento ideal que sugeria ações que são: evitar, reciclar, tratar e dispor.

Assim, resumindo as quatro etapas da preocupação humana com os resíduos, tem-se:

- Estágio I: descarga direta;
- Estágio II: legislações ambientais, técnicas de tratamento;
- Estágio III: gerenciamento de resíduos e
- Estágio IV: prevenção de poluição.

No Brasil, até a década de 60 não havia preocupação com o meio ambiente e posteriormente, quando se iniciou uma gestão ambiental, esta foi e continua sendo, caracterizada pela desarticulação das diferentes organizações envolvidas, pela isenção de coordenação e pela escassez de recursos financeiros e humanos para gerenciamento das questões ambientais.

O país caracterizava-se por uma industrialização rápida e concentrada, o que acarretou no crescimento da poluição industrial. Em pesquisa realizada em São Paulo no ano de 1975 evidenciaram-se soluções para o problema da poluição ambiental como prioritário, até mesmo em relação às questões econômicas.

Assim, a posição tomada pelo Brasil na Conferência de Estocolmo de que a proteção ao meio ambiente era uma preocupação secundária não possuía respaldo, mesmo diante dos próprios brasileiros. Desta forma, o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) para o período de 1975/1979 definiu, entre outras coisas, prioridade para o controle da poluição industrial por meio de normas anti-poluição e política de localização industrial distante de áreas densamente urbanizadas.

Quando da realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), entre os dias 03 e 14 de junho do ano de 1992, na cidade do Rio de Janeiro buscou-se efetivar objetivos mundiais de desenvolvimento sustentável por meio de tópicos políticos da Agenda 21. O principal elemento resultante dessa conferência foi à apresentação do termo desenvolvimento sustentável, que propunha uma nova ordem econômica internacional (SOUZA, 2000).

Desta forma, ao longo dos anos, diante das transformações ocorridas no meio ambiente e verificadas pela preocupação mundial, inúmeras organizações têm se voltado para a minimização da geração de resíduos, tratamento e disposição, de forma que não agridam o meio ambiente e a sociedade. Atualmente, as comunidades apresentam demandas por produtos que tenham comprometimento com as questões ambientais e isso tem reflexos nos processos produtivos.

Embora tenham existido inúmeros avanços no desenvolvimento e estudos do conceito de desenvolvimento sustentável, esse ainda se mantém de forma vaga, sem uma precisão que possibilite sua real implementação.

Esse fato pode ser considerado, de forma surpreendente, como um ponto positivo, pois justamente por não estar totalmente definido congrega em torno de si, múltiplas opiniões, fazendo com que linhas de raciocínio totalmente antagônicas entre si discutam sobre a temática ambiental, o que contribui sobremaneira para o desenvolvimento e avanço das questões relacionadas a essa temática.

A conscientização sobre os limites ambientais e a preocupação por parte da comunidade tem gerado, por parte do poder público, a regulamentação dos setores produtivos no que tange ao uso dos recursos naturais tanto como fontes de recursos quanto como receptáculo dos subprodutos gerados.

Ao longo da história, as organizações, se preocuparam apenas com a eficiência do processo produtivo, com a ampliação do mercado consumidor e a garantia de lucros, não tendo-se a preocupação com o meio ambiente. Atualmente, esta visão modifica-se e volta-se para uma produção sustentável que garanta a qualidade do meio ambiente e da vida da sociedade. Para que a empresa possa competir no mercado global faz-se necessário que o seu produto além da qualidade apresente viabilidade ambiental (REIS, 1997).

Com a indústria da carne não é diferente. O Brasil por possuir dimensões continentais, o que garante a qualidade de vida aos animais, detém o maior rebanho do mundo. Além disso, o custo de produção, pelo baixo preço da terra e da alimentação faz com que o preço seja altamente competitivo no mercado internacional.

Esses dois fatores, preço e qualidade do produto, fazem com que o Brasil encontre-se numa posição privilegiada na produção de carne no cenário mundial.

Como desvantagens podemos apontar o controle quanto à febre aftosa, que determina alguns embargos por parte de alguns países, principalmente Rússia, e todas as questões ambientais associadas.

O mercado internacional é exigente e, por esse motivo, o Brasil deve se adequar aos padrões internacionais de qualidade abrindo dessa forma o mercado internacional de forma definitiva.

Nesse arcabouço é que se apresenta o presente trabalho que objetiva traçar um diagnóstico da geração de resíduos e proposta de minimização destes em um frigorífico industrial, adequando-o aos padrões internacionais.

# CAPÍTULO II

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

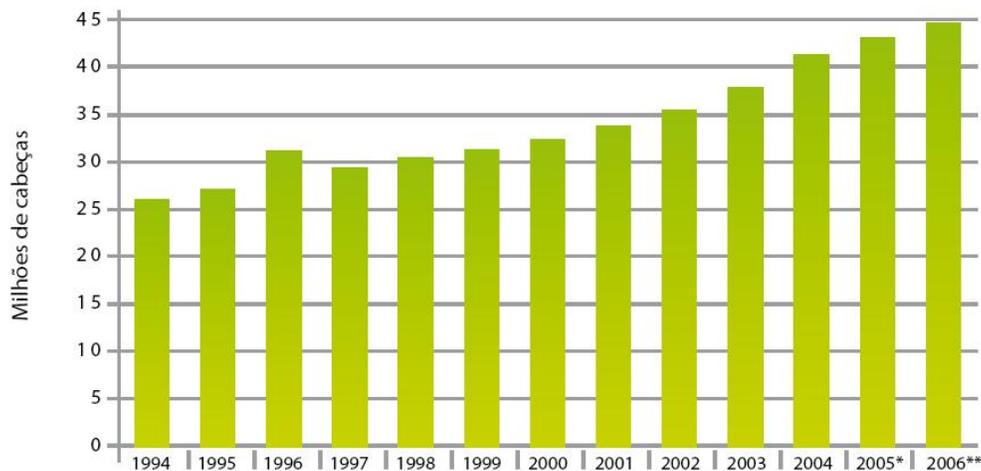
### **II.1. A produção de bovinos no Brasil**

Em 2006 o Brasil era detentor de cerca de 198,5 milhões de cabeças de bovinos (CNPQ, 2006), que ocupavam uma área de aproximadamente 225 milhões de hectares de pastagens em todo o seu território com capacidade para a produção de mais de 7 milhões de toneladas de carne bovina equivalente-carcaça (EMBRAPA, 2005).

De acordo com Quadros (2001) a estrutura central da cadeia produtiva da pecuária bovina de corte, é o sistema biológico de produção de bovinos, englobando as diferentes etapas de criação, em combinações, em torno das quais se agrupam os produtores.

Além dos produtores, existem também os estabelecimentos que realizam o abate dos animais e o preparo de carcaças e vísceras (abatedouro ou matadouro), os estabelecimentos de industrialização de produtos cárneos e locais de venda in natura (açougues e mercados).

Na Figura II.1, pode-se observar a evolução do abate de bovinos no Brasil entre os anos de 1994 e 2006.



**Figura II.1 – Evolução no Abate de Bovinos entre os anos de 1994 e 2006.**

Fonte: Pacheco (2006). \*Preliminar, \*\*estimativa

Os estabelecimentos de abate de animais podem ser do tipo municipal ou privado, prevalecendo no Brasil os estabelecimentos privados, que tiveram origem com os antigos açougues e matadouros, onde os animais eram abatidos sem qualquer preocupação com qualidade e higiene.

O avanço nas exigências dos órgãos de saúde, principalmente com a abertura dos mercados internacionais para a carne brasileira, ocasionaram a busca por um nível de industrialização cada vez maior, obtendo maior controle sobre a aquisição de animais e higienização do ambiente, gerando produtos mais saudáveis e seguros do ponto de vista sanitário e ambiental. Este cenário nacional somado à tendência mundial em aumentar a escala de abate, inviabilizam as pequenas e médias empresas.

Para Silveira (1997) a competição entre as empresas pequenas e médias, com os grandes estabelecimentos não se viabiliza, pois existem dificuldades no aproveitamento de subprodutos e na destinação dos resíduos gerados, o que causaria inúmeros problemas de ordem ambiental e econômica, pois os custos seriam repassados ao produto, tornando-os não-competitivos no mercado.

Em Ledic *et al.* (2000) encontra-se, ainda, que a redução do custo de operação de um frigorífico na elaboração de produtos cárneos pode residir, então, na recuperação dos subprodutos. O aproveitamento destes subprodutos, por sua vez, irá impulsionar outros subsistemas produtivos, aumentando a participação na cadeia do processo

produtivo da pecuária de corte e da economia, num fluxo de agregação de valor pelas indústrias processadoras.

Após a industrialização, tem início a comercialização no meio atacadista e varejista, em que a distribuição ocorre na grande maioria das vezes pelo abatedouro ou frigorífico, chegando finalmente ao consumidor final.

Apesar de aproximadamente 84% da carne bovina produzida no País atender ao mercado interno, com um consumo médio de 37 kg por habitante por ano (EMBRAPA, 2005), o setor tem constantemente aumentado sua participação nas exportações.

A abertura do mercado mundial fez do Brasil o maior exportador de carne bovina em 2003, com mais de 1,3 milhões de toneladas equivalente-carcaça, que renderam US\$ 1,5 bilhões com exportações para mais de 104 países (EMBRAPA, 2005). Resultados estes que perduram ainda hoje.

Segundo Pacheco (2006) a evolução nas exportações, fez com que o Brasil saltasse de aproximadamente 375 milhões de toneladas equivalente carcaça em 1994, para aproximadamente 2.240 milhões de toneladas equivalente carcaça em 2006.

Tal situação caracteriza o país como um dos maiores produtores e exportadores de carne no mundo, o que traz um aumento significativo no aporte do Produto Interno Bruto brasileiro, mas além dos benefícios, tem-se também as degradações ambientais ocasionadas pela produção e pelo processamento, anterior à exportação.

## **II.2. Os estabelecimentos de abate de bovinos**

O entendimento do processo produtivo de uma determinada indústria é importante para realizar análises de eficiência de produção, de geração de resíduos, de consumo de insumos e matéria prima, entre outros. Somente por meio do estudo sistemático do processo, será atingido o patamar de redução e reaproveitamento de recursos, possibilitando, ainda, incrementar a qualidade do produto final e estancar os pontos críticos com novas tecnologias.

O boi como matéria-prima gera, além da carne, uma série de subprodutos, cujo aproveitamento caracteriza-se como a principal diferença entre as unidades de produção.

O termo carnes refere-se aos músculos, bem como às vísceras e, também, os mesmos produtos após processamento. Em termos gerais, as carnes no Brasil podem ser subdivididas em carnes “vermelhas” e carnes “brancas”, sendo as primeiras originadas

principalmente do abate de bovinos, bubalinos, suínos, ovinos e caprinos; as carnes brancas são originadas do abate de aves e peixes (SILVEIRA, 1999).

Após o abate, o principal produto gerado são as carcaças, que serão esquartejadas para formar as peças ou cortes tradicionais. Segundo Ledic *et al.* (2000) as carcaças propiciam rendimentos de 51,21% do peso do boi vivo, para os machos, e 47,10% para as fêmeas. Verifica-se pela Tabela II.1 que houve um aproveitamento integral (carcaça e subprodutos recuperados) de 82,37%, em relação ao peso vivo. Os subprodutos pesaram 136,87 kg, revelando aproveitamento de 65,75% do peso da carcaça e 32,67% do peso vivo.

**Tabela II.1: Pesos e rendimentos médios das carcaças e dos subprodutos de bovinos**

Itens	Peso (Kg)	Rendimento (%) em Relação		
		Peso Vivo	Carcaça	Subprodutos
Peso Vivo	418,89	100	201,23	306,05
Carcaça	208,16	49,69	100	152,09
Subprodutos	136,87	32,67	65,75	100
Rendimento	345,03	82,37	165,75	252,09

Fonte: Modificado de LEDIC *et al.* (2000).

Dos 208,16 Kg de carcaça, foram produzidos cerca de 151,10 Kg de carne, 40,89 Kg de ossos, sendo que os 16,17 Kg restantes corresponderam às perdas.

Para garantir um nível de sanidade adequada dos rebanhos, bem como a qualidade fitossanitária dos produtos, os estabelecimentos produtores de carnes estão sujeitos à normas e fiscalizações dos seguintes órgãos governamentais: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (legislação sanitária para produtos *in natura* de origem animal ou vegetal, produtos de origem animal processados e bebidas); Ministério da Saúde (legislação sanitária para produtos de origem vegetal processados, aditivos e coadjuvantes de tecnologias de fabricação, pesticidas e resíduos, embalagens e materiais em contato com o alimento); Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO (que atua na área de metrologia legal para alimentos e bebidas em geral); e o Ministério das Minas e Energia que, em conjunto com o Ministério da Saúde, atua na legislação sanitária de águas minerais.

“Entende-se por qualidade sanitária aquela que garante ao consumidor que um produto não causará nenhum mal ou dano à sua saúde” (ROÇA *et al.*, 2001).

Desta forma, a criação de políticas mais eficientes de controle e vacinação dos rebanhos, e uma efetiva fiscalização da entrada de animais vivos no país, têm de ser implantadas para que sejam criadas condições para o desenvolvimento de todo o setor, principalmente no controle da aftosa, que constantemente acaba acarretando o embargo da carne brasileira no mercado internacional.

Já a qualidade sensorial é aquela referente ao sabor, maciez, odor, suculência e outras características da carne ligadas aos órgãos dos sentidos e suas interações (ROÇA *et al.*, 2001).

Para além das questões sanitárias, pode-se destacar a grande dificuldade desses empreendimentos em atender aos padrões ambientais. Devido ao grande potencial poluidor e o aumento das atividades do setor, os órgãos de controle ambiental têm se mostrado atuantes e vem exigindo cada vez mais o cumprimento da legislação e a busca constante de novas tecnologias para a adequação ambiental.

Embora, ainda hoje, se observe certa resistência por parte dos gerenciadores desses empreendimentos, assim que se derem conta de que o cumprimento de todos os padrões ambientais pode funcionar como um “selo” de seus produtos no mercado internacional, deverá se observar uma corrida para adequação e renovação das tecnologias e o devido cuidado com a gestão ambiental desta atividade.

Os principais problemas relacionados à adequação ambiental referem-se à operação de sistemas obsoletos de tratamento de efluentes, com capacidades de tratamento e disposição incompatíveis com a carga poluidora gerada. Além da falta de planejamento para ações que visem ao cumprimento das exigências, bem como, do reaproveitamento de água, energia e subprodutos gerados no processo produtivo.

A aplicação de técnicas de gestão aliada às ferramentas e filosofias atuais como a Emissão Zero, Tecnologia Limpa, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle e Boas Práticas de Fabricação, tem propiciado consideráveis melhorias na redução da geração de resíduos nas indústrias de alimentos. Entretanto, esta redução está limitada às necessidades de higienização da indústria, por normas e legislação.

Essa postura mais rígida dos órgãos de controle e fiscalização, aliada à abertura de mercados externos à carne brasileira, tem provocado a modernização do setor por meio da busca de novas tecnologias, principalmente visando a evitar o desperdício de

matérias primas, e propiciando um melhor aproveitamento de resíduos, antes considerados desprezíveis economicamente.

### II.3. Aspectos da linha de produção

Como toda atividade industrial, os abatedouros ou frigoríficos possuem uma linha de produção que varia em cada unidade. No entanto, de acordo com CETESB (1978), qualquer que seja a dimensão de abate, em geral, as etapas fundamentais de seu processo produtivo são:

- Recepção;
- Abate;
- Recuperação de subprodutos.

A recepção consiste no recebimento e alocação dos animais em currais, até serem abatidos, nesse período algumas atividades visam a garantir a qualidade do produto final. A seguir são descritos alguns dos principais resultados esperados dessa etapa.

De acordo com Brasil (1968) os animais devem permanecer em descanso, jejum e dieta hídrica nos currais por 24 horas, podendo esse período ser reduzido em função de menor distância percorrida. Já para Gil e Durão (1985), é o tempo necessário para que os animais se recuperem totalmente das perturbações surgidas pelo deslocamento desde o local de origem até o estabelecimento de abate.

Além disso, para Thorton (1969), o descanso reduz o conteúdo gástrico facilitando a evisceração da carcaça. Já Bartels (1980) ressalta o restabelecimento das reservas de glicogênio muscular, tendo em vista que as condições de estresse reduzem as reservas de glicogênio antes do abate.

A queima das reservas musculares de glicogênio impede que as atividades anaeróbicas realizadas no músculo após o abate ocorram de forma natural, o que resulta em um produto final duro, escuro e ressecado (ROÇA *et al.*, 2001), características totalmente indesejadas.

Nos currais também são realizadas inspeções nos animais com a finalidade de verificar os certificados de vacinação, a sanidade e identificar o estado higiênico-sanitário.

Após essa fase, os animais seguem para o *box* de atordoamento, onde serão abatidos. No trajeto percorrido, os animais passam por uma rampa, onde é realizado o

banho de aspersão, segundo Brasil (1968) “essa rampa deve ter um sistema tubular de chuveiros dispostos transversal, longitudinal e lateralmente, orientando os jatos para o centro da rampa”. Além disso, segundo o mesmo autor, a água deve ter pressão não inferior a 3 atmosferas (3,03 Kgf/cm<sup>2</sup>), e recomenda-se hipercloração a 15 ppm de cloro disponível.

Para Steiner (1983) o banho de aspersão, antes do abate, propicia a limpeza da pele, o que assegura uma esfolia higiênica, reduz a poeira, tendo em vista que a pele fica úmida e, portanto, diminui a sujeira na sala de abate, além de melhorar o procedimento de sangria.

No momento do abate os animais são sacrificados, e técnicas de insensibilização são adotadas, visando reduzir o sofrimento dos animais. O não cumprimento deste procedimento poderia gerar problemas com as organizações de proteção dos animais, que se baseariam na Lei Federal N.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, conhecida como lei de crimes ambientais, que em seu art. 32 preconiza que: “Praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos”, culmina em pena de detenção de três meses a um ano e multa.

Para evitar os referidos problemas, a insensibilização pode ser feita por marreta, martelo pneumático não penetrante, armas de fogo, pistola pneumática de penetração, pistola pneumática de penetração com injeção de ar, pistola de dardo cativo acionada por cartucho de explosão, corte da medula ou choupeamento, eletronarcose e processos químicos.

O abate também pode ser realizado por meio da degola (método kasher ou kosher), sem atordoamento prévio, o que é comum em países de religião judaica e islâmica.

Uma vez insensibilizados, procede-se a sangria dos animais, que consiste no corte da aorta anterior e veia cava anterior, no início das artérias carótidas e final das veias jugulares (BRASIL, 1971).

Uma das funções da sangria é reduzir a quantidade de sangue no restante da sala de abate, o que é garantido mediante a coleta do material na canaleta de sangria.

Além disso, para garantir a qualidade da carne é necessária uma sangria eficiente, visto que o pH elevado e a alto teor protéico do sangue propiciariam uma limitada capacidade de conservação (ROÇA *et al.*, 2001).

O volume de sangue em bovinos é estimado entre 6,4 a 8,2 litros/100 kg de peso vivo (KOLB, 1984). Para atingir bons resultados a sangria deve atingir a remoção de

cerca de 60% do volume total, sendo que o restante ficaria retido nos músculos e vísceras, volume estimado entre 10% e 25%, respectivamente (HEDRICK *et al.*, 1994).

Logo após o processo de sangria, por meio de um sistema de roldanas o animal é suspenso e inicia-se o processo de desarticulação de membros, cabeça, esfolia (retirada do couro), evisceração, gerando no final da linha de produção as carcaças que, finalmente, serão enviadas para o resfriamento.

Visando a garantia da qualidade do produto final o processo de resfriamento deve ser lento, sendo rápido poderia provocar um enrijecimento da carne, alterando as características desejáveis do produto final, novamente segundo Roça *et al.* (2001) a carne poderia endurecer, escurecer e ressecar.

Garantida a qualidade do produto final, por meio de um resfriamento em velocidade adequada, as carcaças são enviadas para a desossa. É nesse processo que são retirados os cortes, as peças são devidamente embaladas, estocadas e, então, comercializadas.

Por meio do aumento na eficiência das operações de beneficiamento e a redução da margem de lucro, devido a uma relação final menor entre o preço da carne e o boi em pé, os frigoríficos passaram a recuperar de forma mais incisiva os subprodutos e melhorar as tecnologias empregadas, além de novos processos. Essas medidas são adotadas objetivando o aproveitamento máximo dos subprodutos gerados, recuperando dessa forma a margem de lucro (LEDIC *et al.*, 2000).

Existe uma rede em torno desses empreendimentos, por meio da qual, produtos são direcionados diretamente aos mercados consumidores, como o intestino, a carne industrial, as vísceras vermelhas (fígado, pulmão, coração, rins), as vísceras brancas (estômago), entre outros. Já subprodutos como os restos cárneos, as gorduras, os ossos e o sangue são enviados para as graxarias, que podem estar instaladas junto às unidades, ou podem ser independentes. Nas graxarias, esses subprodutos serão transformados em farinhas de sangue, de osso e sebo.

Complementando a rede existem empreendimentos que são especializados no tratamento de determinados subprodutos, quando não existe a possibilidade de aproveitamento na própria unidade, sendo os mesmos vendidos a outras indústrias. É o que ocorre, por exemplo, com a pele (couro), o pelo da orelha, o cabelo de rabo, o sebo, a bile concentrada, o cálculo biliar, entre outros.

Dentre estes pode-se citar os curtumes, que são empreendimentos especializados em processar os couros, que por sua vez também vão gerar produtos principais e subprodutos, até chegar ao consumidor na forma de bens de consumo.

Esta rede aparece no sistema produtivo de forma altamente complexa e, segundo o Sistema de Informação da Carne (SIC), são ao todo 49 segmentos industriais que participam dessa cadeia produtiva, gerando milhares de empregos. Isso sem considerar a produção dos bovinos que se caracteriza como outra rede, também de alta complexidade.

Todo esse segmento é altamente representativo na geração de renda e participa de forma representativa na formação do PIB brasileiro.

Sistematizando o processo industrial pode-se apontar como insumos produtivos: a água, produtos de limpeza, eletricidade, ar comprimido, sal, gelo, materiais de embalagem; por outro lado como produtos e subprodutos aponta-se: esterco, urina, efluentes líquidos, vômito, sangue, couro, vísceras comestíveis, vísceras não-comestíveis e condenadas, cabeça, chifres, cascos, gorduras e aparas, conteúdo do bucho, carcaças e aparas de carne e gordura.

As atividades produtivas do empreendimento dependem de uma série de instalações de apoio, como unidades de resfriamento, caldeiras para a produção de vapor, refeitórios, escritórios administrativos, ambulatórios, dentre outras.

Pode-se aqui apontar as unidades de resfriamento e caldeiras, como as unidades com maior potencial poluidor. As unidades de resfriamento geralmente utilizam amônia, gás tóxico que deve ser manipulado com uma série de cuidados, e as caldeiras pela necessitam de queima constante de combustíveis gerando indesejáveis emissões gasosas.

Os sistemas de refrigeração por amônia consistem em uma série de vasos e tubulações interconectados, que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambientes, com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica.

Na cadeia de processamento de carne bovina esse sistema é de suma importância, para garantir as condições adequadas do produto e para adequar o clima na sala de desossa. Embora a amônia seja altamente tóxica, de acordo com a Nota Técnica 03/2004, do Ministério do Trabalho e Emprego, o seu uso se justifica por atender uma série de requisitos técnicos.

A referida Nota Técnica aponta como principais fatores: volatilidade, elevado calor latente de vaporização, produzir o máximo possível de refrigeração para um dado volume de vapor, ser estável, não apresentar tendência a se decompor nas condições de funcionamento, ser detectada facilmente em caso de vazamentos, não destruir a camada de ozônio e não incrementar o efeito estufa.

A alta toxicidade da amônia e a possibilidade de ocasionar explosões, exigem um rígido sistema de segurança e de manutenção das instalações. Estas instalações podem ser descritas de forma simplista, segundo a Nota Técnica 03/2004 como: compressor; condensador e evaporador.

- **Compressor** - geralmente constituído por uma bomba dotada de um tubo de aspiração e compressão, possuindo um dispositivo que impede fuga de gás e entrada de ar atmosférico. Situado entre o evaporador e o condensador, aspira a amônia evaporada e a encaminha ao condensador sob a forma de um vapor quente sob pressão elevada.

- **Condensador** - formado geralmente por uma série de tubos de diâmetros diversos, unidos em curvas. É resfriado por uma corrente de água em seu exterior. Nas pequenas instalações, o resfriamento é normalmente feito pelo próprio ar atmosférico. A amônia gasosa vinda do compressor liquefaz-se ao entrar em contato com a temperatura fria do condensador, sendo em seguida encaminhada para um depósito, de onde passará ao evaporador.

- **Evaporador** - consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinas, que se encontram no interior do ambiente a ser resfriado. A amônia sob forma líquida evapora-se nesses tubos, retirando calor do ambiente na passagem ao estado gasoso. Sob a forma gasosa, volta ao condensador pelo compressor, fechando assim o ciclo.

As caldeiras, por sua vez, são equipamentos destinados a acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, executando-se os referedores e equipamentos similares utilizados em unidades do processo. Segundo Garcia (2002) as caldeiras podem ser classificadas em dois tipos principais: as aquatubulares e as flamotubulares.

A caldeira flamotubular é o tipo mais simples de caldeira e constitui-se em um cilindro externo, que contém água, e um cilindro interno destinado à fornalha. Para aproveitar melhor a energia produzida, a fornalha possui tubos que forcem a passagem dos gases quentes, aumentando a superfície de aquecimento da água.

Ainda segundo Garcia (2002), as caldeiras aquatubulares foram construídas visando um aumento da eficiência do sistema, o que foi conseguido mediante a passagem de água pelos tubos onde antes passava o calor.

As caldeiras devem ser instaladas em locais amplos, bem arejados e com boa iluminação, a fim de evitar acidentes com os operadores e outros funcionários. Devem possuir, ainda, um adequado plano de manutenção para que sejam reduzidos os riscos de explosões e para que seja garantida a queima completa do combustível, evitando a liberação de monóxido de carbono na atmosfera.

Tanto as caldeiras como os equipamentos de refrigeração necessitam de um efetivo controle das condições de operação e uma correta manutenção dos equipamentos para que os riscos de acidentes diminuam. Deve-se atentar ainda para a proteção dos operadores desses equipamentos, oferecendo a estas pessoas treinamento e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) suficientes para garantir a sua segurança.

#### **II.4. Poluição**

Lora (2002) destaca que, com o homem e sua atividade industrial, surgiu a poluição ambiental conceituada como a degradação do ambiente, decorrente de mudanças nas características físico-químicas ou biológicas do ar, água ou solo, que afetam negativamente a saúde, a sobrevivência ou as atividades humanas e de outros organismos vivos.

Segundo a Lei nº. 6.938, de 31 de julho de 1981, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, a poluição é definida como:

“... degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população, criem condições adversas às atividades socioeconômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.”

Os efeitos da poluição no ambiente há muito vem se acumulando e hoje são facilmente percebidos, dentre eles, pode-se citar as mudanças climáticas, o

desmatamento, a baixa qualidade das águas de rios, lagos e mares, bem como do solo e das águas subterrâneas. Pode-se ainda afirmar que a poluição é gerada, em sua maioria, e potencializada por atividades e intervenções humanas no ambiente, enquanto os poluentes são resíduos gerados por estas atividades, que causam um impacto ambiental negativo, ou seja, uma alteração indesejável. Logo, a poluição está ligada à concentração, ou quantidade, de resíduos presentes no ar, na água e no solo (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com Silveira (1999) toda indústria poluidora apresenta problema de processo, ou seja, ela gera dejetos porque em alguma ou em várias etapas do processo industrial, são gerados subprodutos não aproveitados em função da tecnologia adotada, ou de fatores econômicos que não viabilizam seu reaproveitamento.

Para o controle da poluição e o uso comedido dos recursos naturais são estabelecidos padrões de emissões de poluentes, convencionalmente chamados de instrumentos de comando e controle. Outra possibilidade são os instrumentos econômicos, que por meio de mecanismos de mercado incentivam as organizações a buscarem melhores rendimentos e, portanto, melhores cuidados com o ambiente.

Por fim, para que as empresas visem o desenvolvimento sustentável, se faz necessário a implementação e manutenção de um efetivo gerenciamento ambiental. Esse gerenciamento deverá considerar, para cada organização, o seu sistema produtivo, conhecendo e atuando desde a matéria-prima, no caso dos frigoríficos o boi, até o produto final, que aqui seriam produtos cárneos e os outros tantos subprodutos da cadeia.

## **II.5. Impactos ambientais**

Segundo a definição da norma NBR ISO 14001 da ABNT, aspecto ambiental é o “elemento das atividades, produtos e/ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente” e impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”. Assim, aspectos ambientais são constituídos pelos agentes geradores ou causadores das interações e alterações do ambiente, como emissões atmosféricas, resíduos, efluentes líquidos, consumo de matérias primas, energia, água, entre outros.

Os impactos ambientais são os efeitos ou conseqüências das interações entre os aspectos ambientais e o ambiente – alteração da qualidade de corpos d’água, do ar, contaminação do solo, erosão etc. A cada aspecto ambiental pode estar relacionado um ou mais impactos ambientais – exemplo: efluente líquido (aspecto ambiental) <=> desoxigenação de corpo d’água e odor (impactos ambientais).

Assim como em várias indústrias do setor alimentício, os principais aspectos e impactos ambientais da indústria de carne e derivados, estão ligados a um alto consumo de água, à geração de efluentes líquidos com alta carga poluidora, principalmente orgânica e a um alto consumo de energia. Odor, resíduos sólidos e ruído, também podem ser significativos para algumas empresas do setor.

Segundo Tommasi (1993) impacto ambiental é a alteração física ou funcional, que afeta as condições ambientais, podendo ser benéficos ou não para o sistema urbano.

A Resolução CONAMA n.º 001, de 23 de janeiro de 1986, considera impacto ambiental qualquer alteração física, química e biológica, causada pelas atividades do homem, que afetam a biota, a qualidade dos recursos naturais, a saúde e o bem estar da população, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e as atividades sócio-econômicas.

Esta definição deve ser entendida como qualquer atividade que afeta, direta ou indiretamente, as condições ambientais naturais.

Existem legislações específicas para avaliar os impactos decorrentes das atividades humanas. Por exemplo, a Resolução CONAMA n.º 001/86 traz como instrumento o estudo de impacto ambiental (EIA) e seu respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA). O EIA deve indicar sucintamente e de forma compreensível a origem e os prováveis impactos ambientais, sejam positivos ou negativos. Acompanhado do EIA, é apresentado o RIMA com a síntese do estudo.

Além deste instrumento, a Resolução SMA n.º 42, de 29 de dezembro de 1994, normatizou os procedimentos para o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, criando o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), como um documento inicial que pode tornar dispensável a elaboração do EIA/RIMA (BRAGA *et al.*, 2005).

Existe também o Estudo Ambiental Simplificado (EAS), considerado pela Resolução SMA n.º 54, de 30 de novembro de 2004, o qual é um documento técnico com informações que permitem analisar e avaliar as conseqüências ambientais de atividades e empreendimentos considerados de impactos ambientais muito pequenos e não significativos.

Conforme Mota (2003b) as atividades que causam impactos ambientais podem ser resumidamente citadas como:

- Desmatamento: causa danos à flora e fauna, aumenta o escoamento de águas pluviais, propicia a erosão e o assoreamento do solo, empobrece o solo;
- Alterações no relevo e topografia: causam problemas de drenagem, alagamentos, erosão do solo, desfiguração da paisagem;
- Impermeabilização do solo: causa menor recarga de aquíferos, aumento do escoamento de águas pluviais, problemas de drenagem, pontos de alagamento;
- Modificações nos ecossistemas: causam desequilíbrios ecológicos, danos à flora e fauna, alterações no ciclo hidrológico, prejuízos para as atividades do homem;
- Poluição ambiental: compromete a saúde humana, deterioração dos recursos naturais, desvalorização de áreas para ocupação;

Estes impactos podem ser classificados de acordo com sua **magnitude** e sua **importância**. Segundo Leopold *et al.* (1971) a magnitude representa a grandeza, em escala espacial e temporal. A importância é a intensidade do efeito, em relação a um fator ambiental.

A importância (ou significação) de cada impacto ambiental específico, deve incluir consideração sobre as conseqüências de mudar a condição particular sobre outros fatores do ambiente (ROHDE, 2004).

Para compreender a avaliação de magnitude e de importância, Silva (1995) faz a classificação dos impactos de acordo com as seguintes características:

- **Valor**
  - Impacto benéfico (positivo): quando a ação causa melhoria da qualidade de um fator ambiental;
  - Impacto adverso (negativo): quando causa dano para a qualidade ambiental ou fator ambiental.
  - Ainda pode existir o impacto neutro, como aquele que não provoca nenhuma alteração significativa.

- **Ordem**
  - Impacto de 1ª. ordem (direto): quando resulta da relação de causa e efeito;
  - Impacto de 2ª. ou enésima ordem (indireto): resultado da cadeia de reações ocasionado pelo impacto direto;
  - Impacto cumulativo: impactos que se acumulam ao longo do tempo, aumentando o nível de degradação de um fator ambiental;
  - Impacto sinérgico: aqueles que favorecem o aparecimento de novos impactos ao longo do tempo.
- **Espacial**
  - Impacto local: quando a ação ocorre na própria área e em suas imediações;
  - Impacto regional: quando o efeito se propaga além das imediações onde acontece a ação;
  - Impacto estratégico: quando é afetada as condições ambientais de importância coletiva, nacional.
- **Temporal**
  - Impacto de curto prazo: quando a ação e o impacto são imediatos;
  - Impacto de médio prazo: quando o efeito se manifesta num tempo definido como médio prazo;
  - Impacto de longo prazo: quando o efeito se manifesta num tempo definido como longo prazo;
- **Dinâmica**
  - Impacto temporário: após a ação, o efeito permanece por um tempo determinado;
  - Impacto cíclico: quando o efeito ocorre em períodos ou ciclos, podendo ser constantes ou não ao longo do tempo;
  - Impacto permanente: após a ação, não cessam os efeitos;
- **Plástica**
  - Impacto reversível: as condições originais retornam quando cessa a ação;
  - Impacto irreversível: quando cessa a ação, as condições originais não retornam.

Esta classificação é subjetiva, pois depende do conhecimento técnico do responsável pela avaliação do fator ambiental.

Por exemplo, quando trata-se do impacto temporal, além do conhecimento técnico, é necessário que o avaliador tenha o pleno conhecimento do problema para determinar se o impacto é de médio ou longo prazo.

Apesar da subjetividade, a quantificação dos impactos tem por finalidade oferecer uma visão de magnitude e de importância, ou seja, permitir diferenciar o grau de alteração causado pelo impacto ambiental, com vistas a tomada de decisão para a solução de problemas.

Segundo Braga *et al.* (2005) é necessário adotar medidas que evitem a geração da poluição, eliminando-se a necessidade de utilizar métodos para seu controle, bem como suprimir a possibilidade de ocorrência de qualquer efeito adverso aos seres humanos e ao ambiente.

Para que estas medidas sejam eficazes é essencial que um planejamento seja realizado antes da implantação do empreendimento. Além disso, quando não for possível evitar a geração da poluição, é imprescindível a adoção de métodos que minimizem seus efeitos. Por tudo isso, torna-se elementar a necessidade de estabelecer um gerenciamento ambiental em qualquer que seja o ramo da atividade.

Conforme Lora (2002) toda empresa deve encarar a questão ambiental como um elemento a mais da competitividade, pois como é dito freqüentemente, não é possível falar de qualidade total, pensando somente na qualidade intrínseca do produto, sem considerar a qualidade ambiental. Enfim, o gerenciamento ambiental é o mecanismo de controle e melhoramento do desempenho ambiental de uma empresa.

No setor industrial, objeto de estudo deste trabalho, o gerenciamento ambiental abrange procedimentos e atividades relacionados ao controle e às soluções de problemas ambientais.

Assim, estes procedimentos compreendem sistemas de tratamento dos efluentes líquidos, dos lançamentos atmosféricos e dos resíduos sólidos, bem como o controle e a melhoria contínua destes sistemas visando à minimização de geração de resíduos.

## II.6. Geração de efluentes líquidos em empreendimentos de abate de bovinos

Os padrões de higiene exigidos pelas autoridades sanitárias em áreas críticas dos frigoríficos resultam no uso de grande quantidade de água. Como principais fontes de uso de água, pode-se apontar:

- Limpeza de pisos, paredes, equipamentos e bancadas;
- Limpeza e esterilização de facas e equipamentos;
- Operações de industrialização da carne, como eventuais descongelamento e lavagem da carne, cozimento, pasteurização, esterilização e resfriamento;
- Transporte de subprodutos e resíduos;
- Geração de vapor;
- Resfriamento de compressores e condensadores.

O consumo de água nas plantas industriais varia muito de acordo com a configuração e atividades desenvolvidas. Normalmente, as plantas que exportam sua produção têm um consumo maior de água devido ao controle higiênico exigido pelo mercado internacional.

O principal fator que afeta o volume de água consumido são as práticas de lavagem, equipamentos, treinamento do pessoal, dentre outros fatores. Os regulamentos sanitários exigem o uso de água fresca e potável, com níveis mínimos de cloro livre residual, para quase todas as operações de lavagem e enxágüe (PACHECO, 2006).

Boa parte da água consumida se transforma em efluente, de maior ou menor grau de carga poluidora, demandando dessa forma distintos tipos de tratamento para não causar danos ao ambiente. Segundo Cowi (2000) cerca de 80 a 95% do consumo de água é revertido em efluente líquido.

De acordo com o ramo de atividade da indústria e, conseqüentemente, com os processos de beneficiamento e transformação da matéria prima em produtos, os efluentes líquidos apresentam características físicas, químicas e biológicas variadas. A escolha da técnica de tratamento adequada é feita em função destas características.

As características físicas estão associadas aos sólidos presentes nas águas. Dependendo do comportamento durante as diferentes operações de tratamento e de suas dimensões, os sólidos se subdividem em sólidos totais (matéria sólida restante após a

evaporação completa do líquido na amostra a 103-105°C) e sólidos sedimentáveis (sedimentam no fundo do cone Imhoff em 60 minutos) (LORA, 2002).

Porém, encontram-se outras características físicas determinantes nos efluentes líquidos, como odor, temperatura, densidade, cor e turbidez.

As características químicas estão relacionadas ao conteúdo de matéria orgânica, de matéria inorgânica e ao conteúdo de gases. Conforme Von Sperling (1996) a matéria orgânica é causadora do principal problema da poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Assim, os métodos adotados para a medição do conteúdo orgânico são:

- Métodos indiretos (medição do consumo de oxigênio): Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO; Demanda Química de Oxigênio, DQO.
- Métodos diretos (medição de carbono orgânico): Carbono Orgânico Total, COT.

Outras características químicas importantes são (LORA, 2002):

- pH;
- Alcalinidade;
- Conteúdo de Cl;
- Conteúdo de N<sub>2</sub>;
- Conteúdo de P.
- Conteúdo de metais pesados (Ni, Mn, Pb, Cr, Cd, Zn, Cu, Fe, e Hg), sendo os mais perigosos, por apresentarem característica de toxicidade quando acumulados, o Ar, Cd, Pb, Hg.
- Conteúdo de gases: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> e CH<sub>4</sub>.

As características biológicas estão relacionadas aos microrganismos patogênicos presentes nos efluentes, podendo ser bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Desta forma, deve-se conhecer a composição dos efluentes gerados nos diferentes processos de qualquer atividade industrial, antes de começar um projeto de uma estação de tratamento de efluentes.

O maior potencial poluidor da cadeia de bovinos encontra-se nos abatedouros e matadouros e, apesar dos avanços e das tecnologias disponíveis, ainda é elevada a quantidade de resíduos produzidos, principalmente utilizando a água como veículo.

De acordo com um estudo feito por Scarassati *et al.* (2003), a indústria de processamento de carnes utiliza aproximadamente 2.500 litros de água por cabeça, sendo assim distribuídos:

- 900 litros são utilizados na sala de abate (matança);
- 1.000 litros são gastos nas demais dependências, como bucharia, triparia, miúdos, sanitários e outros;
- 600 litros nos pátios e currais, incluindo a lavagem de caminhões.

Este mesmo estudo descreve que os efluentes gerados por este tipo de indústria apresentam um aspecto desagradável, visto que possui uma DBO elevada, uma grande presença de óleos e graxas, material flotável (gordura), alta concentração de sólidos sedimentáveis e suspensos, alta concentração de nitrogênio orgânico, presença de sólidos grosseiros e de microrganismos patogênicos.

Segundo Pacheco (2006) estes efluentes caracterizam-se principalmente por:

- Alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal não-digerido e conteúdo intestinal;
- Alto conteúdo de gordura;
- Flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos;
- Altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal;
- Flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Desta forma, os despejos de abatedouros apresentam altos valores de DBO<sub>5</sub> e DQO, além de sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Fragmentos de carne, de gorduras e de vísceras, normalmente podem ser encontrados nos efluentes. Portanto, juntamente com sangue, há material altamente putrescível nestes efluentes, que entram em decomposição poucas horas depois de sua geração, tanto mais acelerada, quanto mais alta for a temperatura ambiente (PACHECO, 2006).

Ainda segundo Pacheco (2006) pode-se observar que, para a segregação dos efluentes, é comum a divisão em duas correntes (ou linhas): a linha “verde”, que contém os efluentes líquidos, gerados em áreas sem presença de sangue (por exemplo, recepção – lavagens de pátios, caminhões, currais, condução/ “seringa”, bucharia e triparia) e a linha “vermelha”, com os efluentes que contêm sangue (de várias áreas do abate em diante). Isto é feito para facilitar e melhorar seu tratamento primário (físico-químico), que é feito separadamente, permitindo remover e segregar mais e melhor os sólidos em

suspensão destes efluentes, de forma a facilitar e aumentar possibilidades para sua destinação adequada.

A Tabela II.2 apresenta algumas características de efluentes gerados em abatedouros.

**Tabela II.2 – Características médias de efluente em Abatedouros.**

<b>Características Médias de Efluente em Abatedouros</b>	
(em Kg/cabeça)	
<b>Variável</b>	<b>Quantidade</b>
DBO <sub>5</sub>	1,0 - 5,0
Nitrogênio Total	0,25 - 1,0
Fósforo Total	0,03 - 0,1

Fonte: Adaptado de Pacheco (2006).

De acordo com Von Sperling (1996) os sistemas de tratamento podem ser divididos em preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar remove os sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário tem por objetivo a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Já o tratamento secundário visa à remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo), e o tratamento terciário remove os poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis), ou os poluentes que não foram suficientemente removidos no tratamento secundário.

Segundo Scarassati *et al.* (2003) a técnica de tratamento, comumente utilizada para tratar efluentes que apresentam estas características, é o processo anaeróbio, pois este se apresenta bastante apropriado para depurar despejos oriundos de matadouros e frigoríficos, devido às suas altas cargas de matéria orgânica e de sólidos em suspensão.

Para Von Sperling (2002) dentre os processos anaeróbios para tratar despejos industriais predominantemente orgânicos, as lagoas anaeróbias constituem-se adequada forma de tratamento.

Dessa forma, o tratamento primário removeria resíduos da linha vermelha que podem ser reaproveitados, servindo como subprodutos para a fabricação de ração animal. Já os resíduos da linha verde podem ter uma destinação agrônômica.

O tratamento primário utiliza métodos físicos para remoção dos sólidos, por meio da aplicação de forças físicas, como o gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, flotação e filtração.

Outros meios podem ser utilizados, tais como os processos químicos unitários, empregados para remover ou converter contaminantes presentes nos efluentes, por meio da adição de produtos químicos ou reações químicas. Como exemplo, encontra-se a precipitação, adsorção e desinfecção. Adicionalmente, os processos biológicos unitários visam a remover os contaminantes, por meio de atividade biológica, com a remoção da matéria orgânica carbonácea e a desnitrificação (VON SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA N.º 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos receptores hídricos, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os padrões de lançamento de efluentes encontram-se especificados no art. 34 constante do capítulo IV, e trazem os padrões mínimos estabelecidos para abrangência em todo o território nacional. Segundo o art. 24 da mesma resolução, esses padrões podem ser diferenciados pelos órgãos ambientais competentes, ou seja, aqueles que fazem parte do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sendo sempre mais restritivos que a norma nacional.

## **II.7. Geração de resíduos sólidos em empreendimentos de abate de bovinos**

O crescimento populacional aliado à intensa urbanização, acarreta a concentração da produção de imensas quantidades de resíduos e a existência cada vez menor de áreas disponíveis para a disposição desses materiais. Juntam-se a esses fatos, as questões institucionais, que tornam cada vez mais difícil para os municípios dar um destino adequado ao lixo produzido (BORSOI, 1997).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE), no Brasil são gerados, anualmente, cerca de 2,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos e desses, apenas 600 mil toneladas, 22%, recebem tratamento adequado, sendo que 16% vão para aterros, 1% é incinerado e os 5% restantes são co-processados. O restante, ou seja, aproximadamente 2,3 milhões de toneladas, aproximadamente 88%, são dispostos de forma inadequada, o que significa a possibilidade de contaminação e degradação do ambiente.

Os resíduos sólidos são gerados por qualquer atividade econômica, e principalmente pelos centros urbanos. Essa geração é agravada pelos atuais níveis de consumo da população. Merece especial destaque os resíduos gerados pelas indústrias.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 10.004 de 2004, define resíduos sólidos industriais como, todos os resíduos no estado sólido ou semi-sólido, resultante das atividades industriais. Ainda segundo a NBR 10.004, ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e econômicas viáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

A mesma norma define os parâmetros para classificação dos resíduos sólidos, quanto aos seus riscos potenciais ao ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

Nas atividades de gerenciamento de resíduos, a NBR 10.004 é uma ferramenta imprescindível, sendo aplicada por instituições e órgãos fiscalizadores. A partir da classificação estipulada pela Norma, o gerador de um resíduo pode facilmente identificar o potencial de risco do mesmo, bem como identificar as melhores alternativas a serem adotadas.

Tal classificação deve enquadrar os resíduos em três categorias, sendo elas:

- Classe I – Perigosos;
- Classe II – Não Perigosos:
  - Classe II A – Não Inertes;
  - Classe II B – Inertes.

Os resíduos serão classificados como Classe I quando apresentarem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Os resíduos Classe II-A são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I e resíduos Classe II-B. Estes resíduos podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Os resíduos Classe II-B, por sua vez, são os que no teste de solubilização (submetido a contato estático ou dinâmico com água deionizada ou destilada, a temperatura ambiente), não apresentem constituintes solubilizados em concentrações

superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor, como por exemplo, os resíduos de madeira e de entulho.

Devido aos riscos que a destinação inadequada dos resíduos provenientes de atividades industriais possa trazer para o ambiente, foram criadas ferramentas para o seu controle. Um exemplo de ferramenta de controle de fontes de poluição são os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para o licenciamento de obras e atividades, em que são levantados e avaliados os potenciais impactos a serem causados pelo futuro empreendimento.

O Brasil adota por meio de sua legislação o princípio da “responsabilidade do gerador”, que transfere para as fontes geradoras a responsabilidade de gerenciamento de seus resíduos. Com base nesse princípio foi criada uma série de normas e leis que disciplinam a disposição dos resíduos, e prevêem punição àqueles que de alguma forma poluam o ambiente pela destinação inadequada dos resíduos gerados.

Como forma de controlar a geração e garantir que a legislação seja atendida, evitando multas e problemas jurídicos, as empresas passaram a buscar ferramentas que garantam a eficiência requerida no gerenciamento de seus resíduos, principalmente após a promulgação da Lei Federal N.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao ambiente, e dá outras providências.

Segundo interpretação da referida norma jurídica, pode-se citar as sanções para os geradores de resíduos industriais que não dêem a devida disposição a esses resíduos nos artigos 33 e 54, segundo os quais: “... provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática...” e “... causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora...”, que podem gerar penas de um a até quatro anos de reclusão e multa.

Devido à rigidez e responsabilização imposta pela legislação brasileira, observa-se que ocorre uma sensibilização e preocupação para que os resíduos gerados sejam dispostos, observando-se o que reza a legislação resguardando as condições ambientais.

Para o atendimento dos padrões exigidos, e para que incorram nos menores custos possíveis, o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais apresenta-se como uma ferramenta adequada. Tal ferramenta pode ser definida, segundo Lora (2002), como uma prática de controle ambiental utilizada pelas indústrias, de caráter

administrativo e ambiental, que visa a minimizar o impacto causado pela disposição inadequada dos resíduos sólidos provenientes de seus processos industriais.

Ainda segundo o mesmo autor, os objetivos a serem alcançados são a preservação, proteção e melhoria da qualidade do ambiente, o que contribuiria sobremaneira para a saúde humana.

Tais atividades assegurariam uma utilização prudente e racional dos recursos naturais, considerando-os, tanto como fontes de matéria-prima para os processos industriais, quanto como receptáculo dos resíduos gerados.

Strauss (1993) define a classificação das técnicas de minimização de resíduos em quatro categorias, as quais são apresentadas a seguir:

- **Gerenciamento de materiais e estoque:** controle do tipo e quantidade de um insumo e controle no manuseio de matéria prima, produto acabado e resíduo de processo. Esses controles visam assegurar que as matérias primas e produtos acabados alcancem a produção e o cliente, sem perdas por derramamento, vazamento e contaminação, nem desperdícios;
- **Modificações no processo de produção:** mudanças no procedimento operacional e de manutenção dos equipamentos, substituição de material e substituição de matérias primas perigosas, por outras menos perigosas;
- **Redução de volume:** segregação dos materiais na fonte e agrupamento dos mesmos, para que possam ser encaminhados à recuperação; e
- **Recuperação:** a recuperação dos resíduos no próprio local da instalação é a forma mais recomendada, pois evita riscos ligados ao transporte do material.

Pode-se citar ainda, a reciclagem que se apresenta como outro método de reaproveitamento de materiais, que segundo Ormond (2006), trata-se da obtenção de material, a partir de resíduos ou materiais já utilizados, introduzindo-os de novo no ciclo de utilização. Já para Piva (2004) a reciclagem consiste em um processo de transformação de materiais, previamente separados, de forma a possibilitar sua recuperação.

A otimização da disposição final está ligada aos resíduos que não podem ser reciclados, desta maneira deve-se buscar alternativas de tratamento, que diminuam o

volume do resíduo, bem como sua periculosidade, para que estes possam ser enviados a um aterro industrial. (LORA, 2002)

Em último caso, quando do dano ao ambiente, devido ao mau gerenciamento, é necessária a realização de ações corretivas, uma vez que o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais tem por objetivo prevenir a contaminação e não remediar.

O gerenciamento dos resíduos sólidos, para Assumpção (2006), pode ser dividido em cinco etapas: (i) identificação dos resíduos; (ii) caracterização e classificação; (iii) avaliação do resíduo em função de sua viabilidade financeira e disponibilidade tecnológica; (iv) administração interna dos resíduos; e (v) destinação final dos resíduos, as quais são descritas na seqüência.

A primeira etapa baseia-se no conhecimento físico, ou seja, conhecimento do processo produtivo, identificando por meio dele os resíduos gerados, os locais de geração e a quantidade de cada resíduo. Após a identificação procede-se, então, à caracterização que tem por objetivo caracterizar física e quimicamente os resíduos gerados, classificando-os de acordo com a NBR 10.004.

Na terceira etapa avalia-se se o resíduo é ou não reciclável, se possui ou não valor financeiro e se existem tecnologias que tornem viável a sua recuperação total, ou de algum de seus componentes. Tal procedimento visa, além da redução do uso de recursos naturais, a possibilidade de minimização de resíduos, o que reduz o volume a ser transportado, tratado e descartado.

Como quarta etapa, apresenta-se a administração interna, que pode ser entendida como toda manipulação e movimentação dos resíduos, desde sua geração até sua disposição final.

As boas práticas de gerenciamento de resíduos recomendam que as operações que abrangem os resíduos sejam ao máximo controladas, supervisionadas e monitoradas para que, continuamente, sejam identificadas e implementadas ações que objetivem a redução da geração e da agressividade do resíduo (ASSUMPCÃO, 2006).

Desta maneira pode-se dividir a administração interna em segregação, acondicionamento, armazenamento e transporte.

Na etapa de segregação ocorre a separação dos resíduos, feita de acordo com suas propriedades físicas e químicas, evitando que resíduos incompatíveis sejam misturados. A segregação garante maior possibilidade de reaproveitamento para recuperação ou reciclagem.

Os resíduos, após serem segregados, são acondicionados em recipientes compatíveis, ou seja, que impossibilitem qualquer risco a funcionários e ao ambiente. Para isso é necessário que estes recipientes possuam resistência, e sejam compatíveis com o meio de transporte. São, normalmente, utilizadas bombonas plásticas e contêineres como recipientes de acondicionamento.

O armazenamento de resíduos sólidos é temporário e tem por objetivo acumular uma quantidade satisfatória para a reciclagem, o tratamento ou a disposição final. Para isso, faz-se necessário que sejam atendidas as condições básicas de segurança e a autorização do órgão de controle ambiental, configurando-se dessa forma a última etapa elencada por Assunção (2006).

Segundo Lora (2002) o tratamento de resíduos sólidos é definido como um processo que altera as características, a composição ou as propriedades do resíduo, de maneira a tornar a sua disposição final menos impactante.

Desta forma, pode-se considerar que um método adequado para o tratamento de resíduos deve envolver: (i) a conversão dos constituintes agressivos em formas menos perigosas ou insolúveis; (ii) a destruição química dos constituintes indesejáveis, ou alteração da estrutura química de determinados produtos; (iii), a separação da massa de resíduos dos constituintes perigosos. Sendo que essas medidas terão como consequência a redução do volume a ser disposto, além de tornar mais fácil a assimilação pelo ambiente, da parte que foi convertida.

O processo de gerenciamento de resíduos dificilmente atinge a completa eficiência, dessa forma, uma parte dos resíduos deverão ser dispostos. Para esse fim a forma mais adequada é o aterro industrial, no caso de resíduos dessa origem.

Aterro sanitário, segundo Cetesb (1980), é definido como um processo de disposição de resíduos sólidos no solo, que fundamentado em critérios de engenharia e em normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao ambiente.

A norma da ABNT, NBR 11.174, de julho de 1990, aplica-se ao armazenamento de resíduos Classe II – A não inertes e Classe II – B inertes, de forma a não causar danos ao ambiente e à saúde pública. Para tanto, ela fixa as condições exigíveis para a obtenção das condições mínimas necessárias.

Já a norma da ABNT, NBR 12.235, de abril de 1992, aplica-se ao armazenamento dos resíduos perigosos Classe I, fixando condições específicas de forma a não causar danos ao ambiente e à saúde pública.

O CONAMA, por meio de sua resolução CONAMA N.º 313, de 29 de outubro de 1992, dispõe sobre o Inventário Nacional dos Resíduos Sólidos Industriais, e considera este como um dos instrumentos da política de gestão de resíduos. Tal inventário é desenvolvido por meio de dois anexos, sendo que o primeiro refere-se a um formulário para a coleta de informações sobre os resíduos sólidos gerados nas atividades industriais, e o segundo contém uma codificação para os diversos tipos de resíduos.

A maior parte dos resíduos de empreendimentos de abate de bovinos pode causar problemas ambientais graves, se não forem gerenciados adequadamente. Boa parte é altamente putrescível e, pode causar odores ou propiciar ambiente adequado para a proliferação de moscas e outros insetos, que podem comprometer inclusive a higienização do ambiente de processamento.

Recomenda-se que o resíduo seja processado rapidamente nas graxarias anexas, ou removidos adequadamente das fontes geradoras, no prazo máximo de um dia, para processamento adequado por terceiros (PACHECO, 2006b).

Ainda segundo Pacheco (2006b) o gerenciamento destes resíduos pode ser crítico, principalmente para pequenas empresas, que carecem de recursos, e onde o processamento interno dos resíduos, não raro, é inviável.

Além dos resíduos diretamente gerados na produção, pode-se sinalizar alguns resíduos sólidos gerados nas operações auxiliares e de utilidades, que demandam adequado gerenciamento, para minimizar seus possíveis impactos ambientais.

Pode-se destacar as seguintes fontes e os respectivos resíduos gerados nos empreendimentos de abate de bovinos:

- Resíduos da estação de tratamento de água: lodos, material retido em filtros, eventuais materiais filtrantes e resinas de troca iônica;
- Resíduos da estação de tratamento de efluentes líquidos: material retido por gradeamento e peneiramento, material flotado (gorduras/escumas), material sedimentado – lodos diversos;
- Cinzas das caldeiras;
- Resíduos de manutenção: solventes e óleos lubrificantes usados, resíduos de tintas, metais e sucatas metálicas (limpas e contaminadas com solventes/óleos/graxas/tintas), materiais impregnados com solventes/óleos/graxas/tintas (ex.: estopas, panos, papéis, etc.);

- Outros: embalagens, insumos e produtos danificados ou rejeitados e *pallets*, das áreas de almoxarifado e expedição.

Segundo afirma Braga *et al.* (2002) embora a poluição do solo possa ser provocada por resíduos nas fases sólida, líquida e gasosa, é sem dúvida sob a primeira forma que ela manifesta-se mais intensamente, por duas razões principais: as quantidades geradas são grandes e as características de imobilidade, ou pelo menos de muito menor mobilidade dos sólidos, impõem grandes dificuldades ao seu transporte no ambiente.

Conforme exposto pode-se apontar a questão dos resíduos sólidos como de suma importância para os empreendimentos de abate de bovinos, devido a pesada legislação que incide e responsabiliza os geradores, e também devido a queda da rentabilidade que pode ser recuperada com o devido aproveitamento de todos os subprodutos, reaquecendo dessa forma a cadeia produtiva.

## **II.8. Consumo de energia em empreendimentos de abate de bovinos**

O principal consumo de energia se dá sob a forma de energia térmica, na utilização de vapor e água quente, que são utilizados para esterilização e limpeza nas dependências dos empreendimentos de abate de bovinos.

No caso de haver graxarias anexas, o uso de energia térmica também é significativo nestas unidades, na forma de vapor - no cozimento, digestão ou secagem das matérias-primas.

O consumo de eletricidade é significativo, principalmente para a refrigeração, atividade importante para a garantia da qualidade final do produto. Também pode ser utilizada na operação de máquinas e equipamentos. Segundo Pacheco (2006b), o consumo de eletricidade para produção de ar comprimido, iluminação e ventilação são menos representativos.

Pode haver significativa variância na quantidade de energia utilizada por cabeça de animal abatida e processada, dependendo das dependências de cada empreendimento e das unidades de operações auxiliares. Pode-se aqui ressaltar que caso a metodologia de tratamento de efluentes líquidos seja por meio de lodos ativados, o consumo de energia elétrica será substancialmente maior que num empreendimento em que o mesmo tratamento seja feito por meio de lagoas.

## II.9. Uso de produtos químicos em empreendimentos de abate de bovinos

O uso de produtos químicos em frigoríficos está relacionado principalmente com os procedimentos de limpeza e sanitização, por meio de detergentes, sanitizantes e outros produtos auxiliares (PACHECO, 2006b).

Ainda segundo Pacheco (2006b), os detergentes podem ser alcalinos ou ácidos e contém alguns ingredientes ativos, cada um com uma função específica:

- **Substâncias tensoativas ou surfactantes:** reduzem a tensão superficial da água, melhorando ou aumentando a umectação ou “molhabilidade” das superfícies a serem limpas e sanitizadas. Incluem sabões e detergentes sintéticos que necessitam no caso da indústria da carne que estas substâncias sejam biodegradadas nos sistemas de tratamento de efluentes biológicos. Algumas substâncias por não possuírem essas características não são indicadas para comporem os detergentes utilizados, podendo-se citar aqui as duas mais comuns: (i) nonil-fenoletoxilato (NPE), pode ser quebrado para exercer suas propriedades surfactantes, porém alguns compostos derivados são estáveis e normalmente tóxicos; (ii) alquil-benzeno-sulfonatos lineares (LAS), que são tóxicos para organismos de ambientes aquáticos, e não podem ser quebrados ou degradados em ambientes anaeróbios.

- **Agentes complexantes:** garantem que cálcio e outros minerais não se liguem aos sabões e detergentes sintéticos. No passado, carbonato de sódio era utilizado para “capturar” cálcio da água de limpeza. Hoje, fosfatos são comuns, mas outros compostos, tais como fosfonatos, EDTA (etileno-diamino-tetra-acetato), NTAA (ácido nitrilo-triacético), citratos e gluconatos também são usados.

- **Desinfetantes:** normalmente, são usados após as limpezas para eliminar microrganismos residuais, mas também podem ser constituintes dos detergentes. Os mais comuns incluem compostos clorados, como hipoclorito de sódio e dióxido de cloro, sendo o hipoclorito o mais utilizado. Peróxido de hidrogênio, ácido peracético, formaldeído e compostos quaternários de amônia também são utilizados, todos em solução aquosa. Etanol também é usado como desinfetante. Exceto este, os desinfetantes em geral devem ser removidos por enxágüe, após sua ação.

Portanto, a escolha dos detergentes e/ou sanitizantes deve considerar, além da sua finalidade principal (limpeza e higienização), os possíveis efeitos na estação de tratamento dos efluentes líquidos industriais. Por exemplo, algumas estações têm capacidade de remover fosfatos, enquanto outras podem tratar efluentes com EDTA, fosfonatos ou compostos similares.

Nesses empreendimentos de abate de bovinos, ainda pode-se observar o uso de sais e outras substâncias, dependendo dos tipos de produtos em processo. Cloreto, nitrato e nitrito de sódio, ascorbatos, caseinatos, glutamatos e polifosfatos, podem ser utilizados para aplicação nas carnes por meio de soluções (via injeções ou imersões), ou podem ser aplicados em processos de salga ou cura a seco.

Outros produtos químicos são utilizados em operações auxiliares e na geração de utilidades, que podem gerar impactos ambientais secundários ou indiretos. Como exemplos, pode-se citar:

- Tratamento de água (para uso direto na produção, caldeiras, circuitos de resfriamento, etc.): podem ser utilizados ácidos/álcalis (controles de pH), agentes complexantes, coagulantes e floculantes, cloro, agentes tamponantes e antiincrustantes, biocidas, entre outros;
- Sistemas de refrigeração: gases refrigerantes - clorofluorcarbonos (CFCs), hidrocloro-fluorcarbonos (HCFCs) e amônia são os mais comuns;
- Tratamento de efluentes: pode-se ter ácidos/gás carbônico/álcalis (controles de pH), agentes complexantes, coagulantes e floculantes, nutrientes para a biomassa, entre outros;
- Sistemas de lavagem de gases (de caldeiras): álcalis, como soda cáustica;
- Manutenção: podem ser utilizados solventes orgânicos, óleos e graxas lubrificantes e tintas.

Diante do exposto verifica-se que o planejamento de ações de cunho ambiental deve ser feito abarcando todos os pontos de possíveis problemas. Esse deve ser feito de forma contínua, com a adoção de medidas mitigadoras de impactos em empresas em funcionamento, tentando agregar a proteção ao ambiente e os resultados financeiros, que são o objetivo primeiro do empreendimento.

É dessa forma que o profissional responsável pelas ações de controle ambiental tem que trabalhar buscando de todas as formas o melhor planejamento e identificação

dos pontos que são primordiais para serem resolvidos definitivamente, ao menos no horizonte temporal da atuação do empreendimento.

# CAPÍTULO III

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em um frigorífico industrial de bovinos localizado em Goiânia, estado de Goiás.

Dentre os problemas levantados serão pormenorizados aqueles relativos ao consumo de água, geração de resíduos sólidos e geração de metano, que visa a geração de receita, podendo destinar maiores recursos às ações de cunho ambiental. O recorte proposto se faz necessário, pois, o tempo destinado à pesquisa, e a necessidade de se minimizar os problemas, de acordo com o grau de comprometimento possível de ser causado por eles, conformam a disponibilidade para a execução dos objetivos ora propostos.

O plano de gerenciamento ambiental aborda num primeiro momento a identificação e quantificação dos pontos de consumo de água e geração de efluentes, a identificação dos pontos de geração de resíduos sólidos na planta industrial e sua posterior classificação segundo as normas vigentes.

Para tal objetivo procedeu-se a descrição e avaliação das etapas unitárias que compõem o sistema produtivo. De posse da caracterização geral da planta produtiva e dos pontos que se caracterizam como potenciais geradores de impactos, foram escolhidos aqueles mais representativos para servirem como piloto em estudos mais aprofundados, e as cabíveis propostas de melhoria de acordo com os dados levantados.

Inicialmente foi realizada uma reunião com os responsáveis de cada setor produtivo para explicar o objetivo do trabalho e obter a colaboração e envolvimento de todos no levantamento dos dados.

Em seguida foram criadas planilhas simples, para mapear todos os pontos distribuidores de água dentro de cada setor, assim como a vazão e diâmetro da tubulação. A vazão da água foi medida por meio de uma proveta de 1 litro e um cronômetro. Grande parte das medições foram feitas aos domingos, visando a não interrupção da linha de produção.

Em paralelo ao trabalho de levantamento de dados, foram realizados treinamentos com os colaboradores dos setores, visando aumentar a consciência para explicar a importância da economia de água e redução na geração de efluentes. Os colaboradores foram incentivados também a contribuir com suas idéias para os objetivos apresentados, visto que são estes, que melhor entendem o funcionamento detalhado do seu posto de trabalho.

Algumas das idéias implantadas para economizar água em alguns processos, que serão apresentadas ao longo desse projeto, partiram dos colaboradores, o que mostra o envolvimento e comprometimento de cada setor e, principalmente, que os objetivos dos encontros foram atingidos.

Fez-se ainda um detalhamento minucioso de cada processo uma vez que esse trabalho permitiria quantificar e classificar os resíduos gerados, e dessa forma, encontrar pontos de melhorias nos processos para reduzir essa geração.

O trabalho de descrição de cada processo foi acompanhado de perto pelos supervisores de área, o que garantiu o nível de detalhamento.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desse trabalho serão apresentados de forma resumida, focando apenas a parte necessária para o entendimento das melhorias propostas, isto se faz necessário para se manter o sigilo de algumas informações levantadas.

### **IV.1. Descrição do Empreendimento**

As principais características de um frigorífico são a entrada de animais vivos, o processamento destes, incluindo aqui o abate e todos os processos necessários para a saída de produtos cárneos como principal e os subprodutos de todo esse processo.

O objeto do presente estudo localiza-se na zona rural do município de Goiânia, estado de Goiás, região centro oeste brasileira construída em 1973, possuindo uma área de 49.580,00 m<sup>2</sup>, dos quais 31.293,15 m<sup>2</sup> são de área construída.

O quadro funcional conta hoje com cerca de 1.400 colaboradores, abatendo cerca de 1.500 animais no período de segunda a sexta-feira, sendo que aos sábados esse número cai para 1.000 animais abatidos, o que totaliza 8.500 animais por semana. São responsáveis pela unidade: Gerente Industrial, Gerente Administrativo, Gerente de

Recursos Humanos, Gerente de Envoltórios, Coordenador de Garantia da Qualidade, Técnico do Sistema de Inspeção Federal (SIF).

O horário de funcionamento é dividido em turnos, sendo que o primeiro turno inicia-se às 06h00min e encerra-se às 15h00min, o segundo vai das 15h00min até às 24:00 e, por fim, o terceiro inicia-se às 00:00 horas e se estende até às 5:30. Este terceiro turno tem como atividade principal a limpeza e eventuais manutenções que se façam necessárias, e que não possam ser executadas durante as atividades ligadas ao abate dos animais.

O empreendimento tem capacidade de processamento de 1.500 animais no abate e 3.000 peças na desossa. Conta atualmente com uma produção média diária de 45 toneladas de carne, 4,5 toneladas de farinha de osso, 20 toneladas de sebo. Tal produção é certificada pela BRC – Global Standard Food – 7188, estando habilitada para exportar para: América do Sul, União Européia, EUA, Canadá, Suíça, Japão, Irã, Egito, Albânia, entre outros.

O estudo do processo industrial é o ponto de partida para a elaboração deste trabalho, devido à necessidade de se conhecer todas as etapas do processo produtivo para que, posteriormente, sejam feitos levantamentos e avaliações dos aspectos ambientais da indústria, que inclui a geração, quantificação e classificação dos resíduos industriais.

O frigorífico é dividido em setores produtivos e administrativos e de apoio, sendo que alguns dos setores produtivos possuem mais de uma linha de produção. A seguir, serão descritas as operações de cada setor.

#### **IV.1.1. - Curral**

O setor de curral representa o ponto inicial da cadeia produtiva dentro da unidade, pois recebe e acomoda todo gado que será abatido dentro da fábrica. As atividades desenvolvidas pelo curral são de fácil execução, porém com um alto grau de responsabilidade, pois nesta etapa é utilizada grande quantidade de documentação que deve ser rigorosamente conferida pra evitar qualquer problema com a matéria prima da unidade que é o gado. A Figura IV.1 mostra animais em descanso em regime hídrico no curral.



**Figura IV.1 – Animais em regime hídrico no curral**

Os Documentos de Identificação dos animais (DIA's), apresentados no recebimento dos animais são encaminhados ao departamento de rastreabilidade, onde serão lançados no Sistema Brasileiro de Identificação Bovina ou Bubalina (SISBOV) para conferência dos animais, certificando que todos estão registrados como animais rastreados para posterior liberação para o abate, classificados como gado rastreado. A classificação dos animais como rastreados permite que o gado seja utilizado como matéria prima para os mercados mais exigentes, como o mercado Europeu, o que pode favorecer um preço diferenciado no valor da arroba dos animais rastreados.

A unidade fabril objeto de estudo conta atualmente com 40 currais com diferentes capacidades, localizados lado a lado para facilitar o desembarque e condução dos animais para o período de dieta hídrica. As capacidades e áreas dos currais são apresentadas na Tabela IV.1.

**Tabela IV.1 – Capacidades e áreas dos currais de recepção.**

<b>Curral</b>	<b>Capacidade (animais)</b>	<b>Subtotal (animais)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	30	30	75
<b>2 e 4</b>	40	80	200
<b>3 e 5 a 9</b>	56	336	840
<b>10</b>	54	54	135
<b>11</b>	58	58	145
<b>14</b>	30	30	75
<b>13 e 15 a 28</b>	54	810	2025
<b>29 a 34</b>	108	648	1620
<b>35</b>	75	75	187,5
<b>36 a 40</b>	108	540	1350
	<b>Total</b>	<b>2.661</b>	<b>6.653</b>

**Fonte: documento interno.**

O recebimento de animais compreende as atividades de checagem da documentação exigida, abertura das baias do veículo, checagem dos animais e direcionamento dos mesmos aos currais. Essa etapa exige muita atenção para garantir que todos os animais recebidos pela unidade possuam a documentação adequada, e estejam em perfeitas condições de abate.

Após a chegada e posicionamento dos caminhões no desembarcador da unidade, o funcionário do curral confere a documentação dos animais, averiguando se todos os documentos exigidos foram entregues e se toda documentação está corretamente preenchida. Tais documentos são listados abaixo:

- Nota Fiscal (emitida pela fábrica e enviada através do veículo que realiza o transporte);
- Guia de Trânsito Animal (GTA – emitido pela Agrodefesa);
- Documento de Identificação Animal (DIA – em caso de animais rastreados);
- Conhecimento de transporte (Original ou Xerox);
- Certificado de lavagem do caminhão;
- Requisição de Documento Fiscal modelo 8 (RD-8);

- Declaração do produtor (atesta origem do gado);

Após a conferência de toda a documentação citada, o funcionário do curral solicita ao motorista a abertura das baias do caminhão para liberação dos animais.

A definição dos currais, aos quais os animais serão destinados, é tomada pelo colaborador de plantão responsável pelo recebimento de todos os animais. Essa decisão é influenciada pelo horário de chegada dos animais na unidade, e pelo tamanho dos lotes a serem abatidos.

Para controle e separação dos animais que são recebidos na unidade fabril os animais são divididos em lotes, os quais são divididos por fazenda e data de chegada na unidade.

Um lote pode ter número indeterminado de animais e ser transportado em diversos caminhões desde que estes animais sejam provenientes da mesma fazenda e que cheguem no mesmo dia. Um único pecuarista pode vender animais de diversas fazendas, porém os animais de cada fazenda configurarão um lote diferente.

Um único lote pode ser armazenado em diversos currais não importando a ordem nem localização dos currais. Geralmente para facilitar a condução dos animais ao corredor do abate prefere-se colocar os animais em currais próximos, visto que um lote deve ser completamente abatido antes que seja iniciado o abate de outro lote. Não há necessidade de separação dos animais por sexo.

A higienização dos currais é realizada cada vez que o curral é esvaziado. O processo consiste em lavar todo piso com água à temperatura ambiente e sob pressão utilizando mangueira, retirando todo excesso de matéria orgânica depositada sobre o piso, em direção ralo. O tempo de lavagem dos currais varia de acordo com o tamanho e capacidade de cada curral. Os bebedouros devem ser esvaziados e esfregados com escovas para uma limpeza adequada. Para finalizar a limpeza deve ser aplicada solução sanitizante hidróxido de sódio à diluição de 2%, com auxílio de bomba costal.

#### **IV.1.1.1. - Banho de Aspersão**

O banho de aspersão constitui a etapa anterior à condução dos animais ao abate que ocorre na sala de abate. Os animais liberados pelo SIF para serem abatidos são retirados dos currais de acordo com a escala de abate, e conduzidos por um colaborador que utiliza bandeirolas, ao início do corredor de acesso à sala de abate.

No início deste corredor há um espaço dotado de estrutura tubular suspensa, lateral e inferior, com a finalidade de aspergir água hiper-clorada sob pressão sobre o gado confinado por porteiras de metal. Essa aspersão tem como finalidade limpar o couro do animal, eliminando sujidades, fezes, parasitas e microrganismos sensíveis ao cloro.

Para que o banho de aspersão alcance seu objetivo de forma adequada, existem alguns parâmetros que devem ser monitorados como:

- Tempo mínimo de aplicação do banho: 5 minutos;
- Pressão da água que sai pelos bicos da tubulação: 3 Bar;
- Concentração de cloro: entre 5 e 10 ppm;
- Número máximo de animais dentro do espaço para banho: 30 animais.

Esse ponto caracteriza-se como o primeiro gerador de efluentes na planta, sendo que o banho por aspersão dos animais tem por característica a geração de efluentes em grande quantidade, e com elevada carga orgânica, visto que os contribuintes são principalmente as fezes dos animais armazenados nos currais.

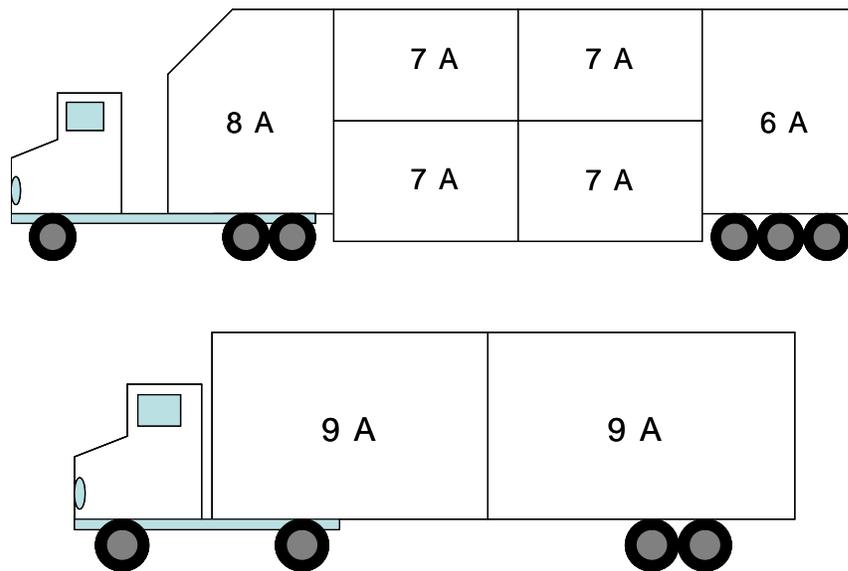
#### **IV.1.1.2. - Critérios Adequados para Transporte**

Para atender às condições adequadas de bem estar animal, alguns critérios devem ser avaliados para a realização do transporte dos animais, desde a fazenda até a unidade. Esses critérios visam a garantir a chegada de todos os animais em bom estado, sem feridas ou hematomas, e com o mínimo de stress possível, o que terá impacto direto no rendimento e na qualidade do produto final.

No ato do embarque, os animais devem ser separados por sexo em baias distintas para evitar stress dos mesmos. A ocupação no veículo de transporte deve ser tal, que assegure 2 m<sup>2</sup> de espaço por animal, para evitar lotação e conseqüente geração de feridas e hematomas, além de stress. O transporte de animais até o matadouro deve abranger um raio de até 500 Km, evitando assim grandes perdas, visto que os animais permanecem sem água e alimento dentro dos veículos.

O horário mais adequado ao transporte de animais é o período noturno, pois não há incidência de sol e as temperaturas são mais baixas, preconizando um desgaste menor dos animais.

Atualmente a unidade transporta animais utilizando carretas que comportam 42 cabeças ou caminhões tipo *truck*, que comportam 18 cabeças. A divisão dos animais dentro dos veículos varia de acordo com o tamanho do veículo e das divisões que este possui. A Figura IV.2 apresenta uma ilustração dos dois tipos de veículos utilizados para o transporte de gado, e indica a quantidade de animais que podem ser embarcados em cada baía. É claro que deve ser levado em consideração que existem animais de diversos tamanhos, o que pode influenciar também na capacidade total de transporte dos veículos.



**Figura IV.2 – Esquemática de meios de transporte, tipo Carreta, com capacidade para 42 bois e *truck* com capacidade para 18 animais**

A lavagem dos caminhões boiadeiros deve ser realizada seguindo-se os passos listados abaixo:

- Raspar e remover todos os detritos acumulados;
- Lavar piso, caixilho, grades e rodas com uso de uma mangueira, removendo os resíduos remanescentes;
- Realizar a desinfecção por aspersão ou nebulização com solução hidróxido de sódio à diluição de 2%;
- Após lavagem e desinfecção, colocar etiqueta de certificação oficial do SIF.

A lavagem dos currais e caminhões boiadeiros consome grande quantidade de água e, conseqüentemente, gera grande quantidade de efluentes. Esse efluente gerado é canalizado para a linha verde, juntamente com os efluentes da bucharia e triparia e apresenta alto teor de matéria orgânica, devido ao esterco bovino presente.

#### **IV.1.2. Abate**

Neste setor estão incluídas as etapas de insensibilização, de sangria, de esfola (retirada do couro), de desarticulação de orelhas, beiços, chifres, rabo, mocotós, vísceras vermelhas (coração, fígado, pulmão e rins), vísceras brancas (estômago, esôfago e intestinos) e cabeça. Como produto final desta etapa encontram-se as carcaças, que seguem para as câmaras de refrigeração.

É aqui que ocorrem todas as operações desde o atordoamento do animal oriundo do curral, até a entrega da carcaça completamente padronizada, de acordo com o padrão de qualidade ao setor de corte que realizará todo processo de maturação e separação das carcaças em quartos. O abate pode ser dividido em área suja e área limpa, a área suja compreende desde o atordoamento, até a retirada do couro. Já a área limpa compreende desde a tombagem do cupim e deslocamento da cabeça até a entrega das carcaças ao setor de corte.

O setor de abate compreende uma etapa de grande risco de acidentes em virtude do grande número de pessoas presentes no setor manipulando facas e outros equipamentos como serra de carcaça.

##### **IV.1.2.1. Tipos de Abate**

Existem basicamente 3 tipos de abate praticados na unidade de Goiânia, que variam em função do mercado consumidor da carne. Os tipos de abate são apresentados na seqüência.

O ponto da sangria caracteriza-se como importante gerador de efluentes e essa geração pode variar segundo o tipo de abate. Aqui o efluente gerado caracteriza-se por uma quantidade menor, se comparado a outros pontos, porém com carga orgânica bastante elevada.

O efluente gerado nesse ponto segue para a linha vermelha, por conta da presença, principalmente, de sangue dos animais abatidos. No abate convencional,

consistido pela insensibilização e sangria, o sangue é direcionado em sua maior parte para a produção de farinha de sangue, já nos métodos Kosher e Hallal, uma maior parte do sangue é contaminado exigindo que este seja descartado como efluente.

#### **IV.1.2.1.1. Insensibilização e Sangria**

Este tipo de abate é o mais comumente realizado na unidade, e atende praticamente a todos os mercados, com exceção do mercado de Israel e Irã. O abate em questão utiliza pistola de percussão que insensibiliza o animal, evitando sofrimento e dor. Em seguida é feita a sangria do mesmo, abrindo-se a barbela e seccionando-se as jugulares e a artéria aorta. Este tipo de abate gera o menor stress possível no animal, o que conseqüentemente interfere na qualidade do produto final.

Este tipo de abate permite que a linha opere com a velocidade máxima, não causando dificuldades operacionais ou desvios no controle da higiene operacional da área, quando bem executado.

#### **IV.1.2.1.2. Kosher**

Este tipo de abate é realizado exclusivamente para a comunidade judaica, em especial para o mercado de Israel. O método consiste em abater o animal vivo não insensibilizado, por meio de degola parcial.

Para a realização deste tipo de abate, o *box* de atordoamento deve ser adequado, colocando-se chapa metálica inclinada e lubrificada com óleo de mocotó no piso, para que o animal seja posicionado com as patas para fora do local. Isso permite que a pata traseira seja presa por corrente, içando o traseiro do animal sem retirar o pescoço do animal do chão, enquanto a pata dianteira é presa por corda que é segurada por um colaborador. Com o auxílio de um gancho, o pescoço do animal é preso e o pescoço é exposto.

Um colaborador estica a barbela do animal para que o representante judeu execute a degola do animal. Somente o representante da comunidade judaica pode realizar a degola. Neste procedimento são cortadas as jugulares, a traquéia e o esôfago.

Como todo processo ocorre sem insensibilização, o animal sente dor, o que aumenta a carga de stress do animal, gerando um produto final de qualidade inferior. O risco de contaminação da carcaça e da cabeça neste procedimento é sensivelmente

aumentado, exigindo um cuidado muito maior durante todo processo realizado no setor do abate.

A higiene operacional durante este procedimento é comprometida em virtude da quantidade de sangue que é espalhado fora da calha de sangria. Além da limpeza do local ser comprometida, o sangue sofre considerável queda no aproveitamento para farinha, visto que grande quantidade deste produto escorre para o sistema de tratamento da unidade, pois não é coletado pela calha de sangria.

Em virtude do grau de dificuldade desta operação ser maior, o abate não consegue operar com velocidade máxima, reduzindo a capacidade diária de abate.

#### **IV.1.2.1.3. Halal**

Este tipo de abate é praticado para atender mercados de religião islâmica, em especial o mercado do Irã. Neste procedimento é permitida a utilização da pistola de percussão para atordoamento dos animais, seguido de degola parcial. De forma semelhante ao abate kosher, a degola deve ser realizada por um representante da comunidade à qual se destina o produto final. No caso do abate halal, o representante deve ser muçulmano.

Para a realização deste tipo de abate ocorre pequeno desvio nas condições de higiene operacional, porém esse desvio não implica em redução na velocidade do abate, que consegue operar em velocidade máxima, quando todo procedimento é realizado corretamente.

A unidade fabril tem capacidade para abater 1.500 animais diariamente e consegue operar com velocidade de abate de 140 animais a cada hora. Isso é possível quando todas as operações ocorrem de forma sincronizada, sem falhas de equipamentos ou anomalias no processo.

O SIF da unidade solicita que a velocidade de abate se mantenha por volta de 100 animais abatidos a cada hora, para evitar falhas no processo de inspeção.

A velocidade só é reduzida quando ocorre procedimento Kosher, em que a velocidade se mantém por volta de 80 animais a cada hora.

O atordoamento ou insensibilização pode ser considerado a primeira operação do abate propriamente dita. O atordoamento consiste na operação de imobilização do animal para facilitar a sangria e evitar a lesão do bulbo, impedindo a paralisação do coração e dos pulmões.

Os animais são insensibilizados pelo método de insensibilização mecânica, que consiste no atordoamento por pistola de percussão da caixa craniana, não há penetração e nem lesão direta do encéfalo. Este método evita a dispersão do tecido cerebral no ambiente e também evita contaminação da carcaça.

O animal deve ser atordoado dentro do *box* de atordoamento, devendo ser posicionado corretamente dentro do dispositivo, para evitar lesões ou hematomas. Existem diversos dispositivos para garantir a alocação correta do animal dentro do *Box*, como pescoceira, bandeja para cabeça, parede móvel e trapézio para prender a parte traseira do animal.

A operação de insensibilização deve ser realizada de forma que a pistola aplique a descarga de pressão de 400 Kg, garantindo assim um atordoamento eficaz.

O tempo decorrido entre a operação de atordoamento e a sangria não deve ultrapassar 1 minuto, para evitar que o animal recupere a sensibilidade e assim possa sentir dor ou passar por stress demasiado, o que gera conseqüências diretas ao produto final.

Por meio da aferição do tempo decorrido entre o atordoamento e a sangria, durante operação normal do setor, foi verificado um tempo médio de 54 segundos, obedecendo o tempo limite.

A sangria consiste na operação realizada com a finalidade de remover o máximo de sangue possível do corpo do animal, obtendo-se uma melhor coloração da carne e aumento do tempo de vida útil da carne.

A sangria é realizada pela abertura da barbela, e secção da aorta anterior e veia cava anterior, no início das artérias carótidas e final das veias jugulares. Todo sangue retirado é coletado pela calha de sangria.

São utilizadas duas facas para a realização da sangria. Uma para a incisão da barbela, e outra para o corte dos vasos. As facas devem ser lavadas e mergulhadas em caixa de esterilização após a sangria de cada animal.

A sangria se torna ineficiente quando as veias e artérias não são corretamente seccionadas. Como resultado de uma sangria eficiente, há a determinação de que cada animal deve fornecer aproximadamente 18 litros de sangue.

#### **IV.1.2.2. Velocidade do Abate**

Foi determinada a velocidade real do abate por meio da contagem de carcaças durante período de tempo pré-determinado.

As medições realizadas remeteram velocidades de 144, 120 e 144 animais abatidos a cada hora de processo.

#### **IV.1.3. Separação das Vísceras**

Após o processo de evisceração, todas as vísceras são acondicionadas em bandejas que são relacionadas à carcaça. As bandejas movimentam-se de forma semelhante a esteiras, em estrutura chamada de mesa de vísceras. Ao longo da mesa de vísceras são realizadas diversas atividades como separação e inspeção dos miúdos. As atividades realizadas são relacionadas a seguir:

- Evisceração ou despança – atividade descrita anteriormente que consiste em retirar todas as vísceras do animal. As vísceras vermelhas e vísceras brancas são colocadas em bandejas separadas;
- Separação do intestino e bucho – atividade na qual o colaborador separa intestino do bucho e amarra a junção entre as peças. Ocorre também a retirada de membranas utilizando faca curva;
- Refile do diafragma – consiste na atividade de retirada da membrana do diafragma utilizando faca reta;
- Refile do esôfago – consiste na atividade de extração do excesso de carne aderida ao esôfago utilizando faca reta;
- Inspeção do coração, fígado e traquéia – consiste na atividade de inspecionar o coração e o fígado em busca de contaminação, parasitas ou doenças. Utiliza-se faca reta;
- Inspeção do intestino, baço e bucho – consiste na atividade de inspecionar o intestino, o baço e o bucho observando também as glândulas aderidas a esses órgãos, utilizando faca curva;
- Separação do pulmão – a atividade consiste em separar artéria aorta, traquéia, lombinho e pulmão, destinando cada víscera ao setor de miúdos utilizando chutes (dutos de grande diâmetro) que conduzem as vísceras por gravidade;

- Separação do intestino – neste ponto são separados o intestino, o bucho, o baço e são coletados os vergalhos da linha, direcionando cada órgão ao setor de destino através de chutes. O intestino segue para triparia, o bucho para bucharia e o baço para o setor de miúdos;

As vísceras que restarem nas bandejas são consideradas condenadas. Ao final da mesa de vísceras já caem em chute específico que encaminha todos estes produtos à graxaria.

#### **IV.1.3.1. Miúdos**

O setor de miúdos da unidade é responsável por realizar todas as atividades de limpeza, padronização e embalagem das vísceras geradas a partir das carcaças produzidas no setor de abate.

Todas as vísceras que são matéria prima para este setor são recebidas por meio de tubos de aço inoxidável, que têm origem no setor do abate. A condução através da tubulação é feita por gravidade. Este tipo de condução de vísceras é possível em virtude da área física deste setor estar situada embaixo da área física do setor de abate. As vísceras produzidas neste setor são destinadas aos mais diferentes mercados consumidores, principalmente mercados orientais.

O setor de miúdos consome uma quantidade de água pequena, comparado aos outros setores da área quente (curral, abate, miúdos, triparia, bucharia e subprodutos), mas ainda assim é de grande importância na geração de efluentes da linha vermelha.

#### **IV.1.3.2. Bucharia**

O setor de bucharia é responsável por realizar todas as atividades relativas à limpeza, separação e padronização dos buchos dos animais abatidos. Todos os buchos recebidos pelo setor são oriundos do setor do abate, após serem inspecionados por agentes do SIF. Todos os buchos chegam por meio de chutes ao setor da bucharia, conhecido como bucharia suja, pois é a área onde os buchos são esvaziados e limpos em centrífugas. Após todo processamento de limpeza, os buchos são encaminhados ao setor de bucharia limpa onde serão refilados, cozidos e padronizados.

A separação entre bucharia suja e bucharia limpa deve acontecer devido ao alto potencial de contaminação existente na primeira etapa de processamento dos buchos, que compreende a retirada de todo conteúdo ruminal existente em todos os buchos do animal. A manipulação de toda matéria prima deve acontecer em área distinta da área de processamento do produto final.

O ferramental utilizado na bucharia suja deve ser específico e de uso exclusivo neste setor. Na área de bucharia suja existe a necessidade de utilização de grande quantidade de água, o que facilita a contaminação de todo e qualquer produto que seja manipulado na área. Esse é um dos maiores consumidores de água da indústria, e por consequência, um dos grandes geradores de efluentes também. O efluente gerado faz parte da linha verde, por apresentar grande quantidade de conteúdo ruminal.

As atividades realizadas na área de bucharia suja compreendem desde a recepção dos buchos, até a centrifugação das peças para conferir maior consistência às mesmas. Todas as atividades realizadas são descritas a seguir para compreensão do fluxo da bucharia suja.

Os buchos oriundos do abate são recebidos através de chutes que conduzem as peças por gravidade. Estes já são recebidos em mesa apropriada onde inicia-se a separação.

Após a recepção dos buchos, a primeira parte a ser separada é o omaso ou buchinho, que é direcionado a uma mesa de espera, onde outro colaborador coleta essas peças de tamanho variável de animal para animal e realiza a atividade de serragem desta peça. A serragem é realizada para permitir a retirada do conteúdo ruminal do interior do buchinho por meio da utilização de centrífuga.

A próxima etapa do processo consiste em realizar um corte na região inferior do bucho para que seja realizada a retirada de todo conteúdo ruminal do bucho e da colméia. Este esvaziamento acontece por gravidade, auxiliado pela utilização de água.

Em seguida os buchos são virados ao contrário, expondo as paredes internas, e são apoiados em um instrumento chamado de “chapéu chinês”. Este instrumento auxilia na lavagem dos buchos com água em abundância para retirada dos resíduos de conteúdo ruminal. Após a lavagem dos buchos, estes são encaminhados para costura e centrifugação.

Todo esse processo de centrifugação dos buchos é efetuado para realizar a limpeza e extinção de conteúdo ruminal. Após esta etapa os buchos são encaminhados à bucharia limpa.

Nesta área os buchos são recebidos também através de chutes de origem na bucharia suja. As peças chegam sem conteúdo ruminal, ou seja, sem contaminações. A partir de então são iniciadas as atividades da bucharia limpa.

O processo de pré-cozimento dos buchos é necessário para eliminação de microrganismos termófilos, ou seja, que sobrevivem a altas temperaturas.

O processo seguinte ao pré-cozimento consiste no resfriamento das peças através de imersão em água à temperatura ambiente. Em seguida as peças são centrifugadas para que o prato da centrífuga retire excessos indesejados de sebo ou gorduras não retiradas no refile e que amoleceram após o cozimento. Entende-se que essa centrífuga realiza o polimento das peças.

Após passar pelo resfriamento e polimento, os buchinhos ou omasos seguem para receber embalagem primária e em seguida embalagem secundária. Já os buchos são encaminhados à câmara de resfriamento para que sua temperatura seja abaixada a aproximadamente 10° C, para em seqüência realizar a embalagem primária dessas peças.

As colméias ou retículos são encaminhados direto à centrífuga para receberem polimento com água quente e água fria. Após a centrifugação essas peças seguem para embalagem primária.

A quantidade de conteúdo ruminal varia de acordo com o tamanho dos buchos, ou seja, varia de acordo com o tamanho do animal. Geralmente o conteúdo ruminal compreende um valor entre 14 e 17 Kg. Para efeito de cálculo da quantidade média de rúmen gerado diariamente podemos adotar o valor obtido pela média aritmética do intervalo apresentado. Assim temos que o conteúdo ruminal médio de cada animal é de 15 Kg. Como a unidade tem capacidade para realizar o abate de 1.500 animais por dia, pode-se afirmar através de simples multiplicação que o conteúdo ruminal gerado pelo setor de bucharia suja compreende algo em torno de 23.250 Kg.

É importante lembrar que ao longo do trabalho, foi explicado que o rumem gerado pela bucharia, bem como os dejetos gerados pelo curral e lavador de caminhões são utilizados como fonte energética para alimentação da caldeira de geração de vapor.

### IV.1.3.3. Triparia

O setor de triparia é responsável pelo processo de recepção, limpeza, refile e padronização das tripas, para envio ao departamento de calibração. As atividades deste setor são complexas e exigem grande sensibilidade dos colaboradores, pois a matéria prima é oriunda do abate e extremamente sensível. Essa sensibilidade se deve à espessura da parede das tripas e à consistência das mesmas. Esses dois fatores tornam o trabalho delicado.

Além da dificuldade de trabalho com as tripas, existe o odor característico da área, em virtude da utilização de solução de ácido acético, que é utilizado no tratamento das tripas.

Ao chegar ao setor de triparia, o intestino fino é separado do restante e dividido entre 1º corte e 2º corte. A partir de então, tem-se a linha de processamento do intestino fino já dividido. As atividades realizadas são semelhantes aos dois cortes e são apresentadas a seguir:

- Escorregão – consiste na atividade de retirar todo conteúdo fecal do interior das tripas, com a utilização de equipamento contendo dois cilindros sobrepostos girando em sentido oposto. Os cilindros têm camada de borracha para evitar esmagamento da tripa e aumentar a sensibilidade da operação.
- Viração – consiste na atividade de virar por completo a tripa expondo as partes internas. Essa atividade é realizada para facilitar extração de mucosa e promover a limpeza adequada do interior das tripas. A atividade é realizada manualmente.
- Descarga e Raspagem – consiste na atividade de raspar a tripa para extrair a mucosa que será vendida separadamente através de equipamento específico.
- Produção de maços – nessa etapa são formados os maços de tripas em quantidade padrão específica para 1º corte e para 2º corte. Para o 1º corte são formados maços de 60 metros com aproximadamente 8 pontas. Para o 2º corte são formados maços também de 60 metros, porém com aproximadamente 10 pontas. A atividade é desenvolvida de forma manual.
- Clareamento – o clareamento é realizado através da imersão dos maços em solução de ácido acético por um período de 8 a 12 minutos.
- Salga – consiste na atividade de adição de sal aos maços de tripa para promover a retirada do máximo de umidade possível e também promover a conservação

do produto. Os maços são salgados e colocados em tanques onde devem permanecer por aproximadamente 12 horas. Após este período, os maços devem ser embalados em bombonas e encaminhados ao setor de calibração.

Em paralelo ao processamento das tripas finas, ocorre também o processamento da tripa grossa e do fundo. Após a retirada da tripa fina, é retirado o hílio distal que deve ser acondicionado em saco específico para posterior incineração. Depois dessa operação, ocorrem diversas atividades que são descritas a seguir.

- Desmanche – essa atividade consiste na separação do fundo, tripa grossa, culatra, pâncreas e bexiga utilizando faca curva. Com exceção do fundo e da tripa grossa, todos os outros órgãos são descartados. Nesse ponto também é retirado o excesso de sebo.

- Desenrolar tripa grossa – essa etapa consiste em desenrolar toda tripa grossa com auxílio de tesoura e separar o fundo da tripa grossa.

- Lavagem e esvaziamento das tripas – nesta etapa é feita a retirada das fezes do interior das tripas e dos fundos utilizando água.

- Refile – nesta etapa é realizado o refile de todas as tripas e fundos, retirando-se com tesouras excessos de sebo e gordura e também é feito o corte na ponta da tripa grossa.

- Viração – consiste na atividade de expor as paredes internas da tripa e do fundo de forma manual para facilitar a extração da mucosa e permitir uma melhor limpeza do produto.

- Extração de mucosa – a extração de mucosa é feita utilizando-se centrífuga e água. A alta rotação da centrífuga, aliada ao atrito do produto ao prato do equipamento promove a extração do produto desejado.

- Produção de maços - nessa etapa são formados os maços de tripas e de fundos em quantidade padrão específica. Para o fundo são formados maços de 10 peças. Para as tripas são formados maços também de 36 metros, com aproximadamente 8 pontas.

A partir da formação dos maços, o processo subsequente é idêntico ao processo realizado para as tripas finas com clareamento, salga e embalagem.

Assim como a bucharia suja, o setor de triparia é grande consumidor de água, e também responsável por grande parte dos efluentes gerados na indústria. O efluente gerado pela triparia também é constituído de fezes e, portanto, faz parte da linha verde.

#### **IV.1.4. Subprodutos**

O setor de subprodutos é responsável por transformar os resíduos gerados pelas áreas produtivas, em produtos comerciais. Os resíduos podem ser desde ossos até sangue e sebo, que são convertidos em produtos comerciais como farinha de carne e osso, farinha de sangue e sebo. Esses resíduos são gerados em sua maioria pelo setor de desossa e pelo setor de abate.

Os produtos finais produzidos pelo setor de subprodutos são: Farinha de carne e osso; Farinha de sangue; Sebo; Bile; Óleo de mocotó; Crina.

A produção da bile resume-se à coleta e armazenamento do líquido extraído da vesícula biliar de bovinos. Este líquido é armazenado em bombonas com produtos específicos para conservação do mesmo. A bile comercializada deve ter pH 14 como padrão. Em média são extraídos 200 litros de bile diariamente.

A crina é exposta ao sol para secar e em seguida é embalada em sacos de 10 Kg, que em média é a quantidade produzida em um único dia. Já a extração do óleo de mocotó por meio do cozimento das patas dos bovinos, em média, apresenta um rendimento de 60 litros por dia.

Como padrão para a farinha de carne e osso e também da farinha de sangue deve-se adotar as características estipuladas pelo padrão de qualidade, que são apresentadas nas Tabelas IV.2 e IV.3.

**Tabela IV.2 – Padrões e Características de qualidade da farinha de carne e osso**

<b>Característica</b>	<b>Padrão (%)</b>
<b>Umidade</b>	< 8
<b>Proteína</b>	>40
<b>a*</b>	>80
<b>Extrato etéreo</b>	> 8
<b>acidez</b>	< 8
<b>Matéria Mineral</b>	< 43
<b>Cálcio</b>	< 14,3
<b>Fósforo</b>	> 6,5
<b>Cloreto de Sódio</b>	< 1
<b>Granulometria</b>	< 8

\* = Digestibilidade em Pepsina a  
1.10000 a 0,2% em HCl 0,075N

Fonte: documento interno.

**Tabela IV.3 - Padrões e Características de qualidade da farinha de sangue**

<b>Característica</b>	<b>Padrão</b>
<b>Textura T.8</b>	< 2
<b>Odor</b>	normal
<b>Aspecto</b>	normal
<b>Teste de Éber amoniacal</b>	negativo
<b>Umidade</b>	< 10
<b>Proteína Bruta</b>	> 80
<b>Estrato etéreo</b>	> 2
<b>a*</b>	> 85

\* = Digestibilidade em Pepsina a 1.10000 a  
0,2% em HCl 0,075N

Fonte: documento interno.

O sebo produzido deve ter no máximo 3,5% de acidez, umidade de no máximo 1% e deve ser completamente isento de impurezas. Esses são os padrões exigidos para o sebo como produto final.

O setor de subprodutos é o menor gerador de efluentes da área quente, do ponto de vista quantitativo. Porém, sob o ponto de vista qualitativo, é o maior gerador de efluente. Isso ocorre porque toda a gordura e sangue, provenientes da indústria, são processados nesse setor, e como esses processamentos não apresentam 100% de eficiência, parte da gordura e sangue acabam na linha de efluentes, além disso, quando o setor é higienizado grande quantidade de gordura e resíduos é descartada.

#### **IV.1.5. Corte**

O setor de corte engloba desde a recepção das carcaças provenientes do abate até o fornecimento dos quartos ao setor de desossa, tanto do traseiro quanto do dianteiro. As atividades de um modo geral consistem em receber e acondicionar as carcaças nas câmaras para maturação e em seguida dividir as carcaças em três partes que são o quarto dianteiro, o quarto traseiro e ponta de agulha. Em sua maioria, tanto o quarto traseiro quanto o quarto dianteiro são destinados à desossa. Já a ponta de agulha, geralmente é direcionada para mercado local sem ser desossada.

O setor de corte deve ser gerido com muita atenção, pois faz a sincronia entre o setor de abate e o setor de desossa, tendo que controlar minuciosamente a recepção de carcaças e o fornecimento dos quartos.

#### **IV.1.6. Capacidade de Resfriamento**

O setor de desossa trabalha com 10 câmaras de resfriamento para auxiliar a maturação das carcaças geradas no abate. Cada câmara tem capacidade para armazenar até 220 bois, o que perfaz uma capacidade total de resfriamento de 2.200 bois, porém o SIF autoriza o acondicionamento de no máximo 190 bois em cada câmara, o que reduz a capacidade de resfriamento para 1.900 bois. A redução de armazenamento tem como alegação garantir o resfriamento adequado das carcaças.

As câmaras têm como finalidade armazenar e abaixar a temperatura das carcaças para propiciar a maturação das mesmas, o que se trata da transformação dos músculos em carne, através de reações metabólicas que reduzem o pH.

#### **IV.1.7. Desossa**

A atividade de desossa consiste basicamente em destacar os cortes cárneos do quarto. Esse destacamento das peças pode ocorrer de duas maneiras, onde os quartos podem ser destacados individualmente ou de forma conjunta, ou seja, dois ou mais cortes cárneos em uma peça conjunta.

Como exemplo destes tipos de operação, pode-se citar o destacamento da picanha, alcatra e maminha. Esses três cortes podem ser destacados de forma individual, ou podem ser destacados de forma conjunta, configurando o segundo tipo de destaque de cortes cárneos.

Todos os cortes destacados passam por um processo de refile, que consiste na retirada de excesso de gorduras, sebo, membranas e adequação da forma do corte a ser produzido. O padrão do refile a ser adotado varia de acordo com o mercado a que a carne se destina. Para cada corte existe um padrão de qualidade que é disponibilizado na *intranet* e padroniza todas as características de cada produto a ser preparado, como características físicas, microbiológicas, tipos de embalagem e posição da peça dentro da embalagem, além de outras características inerentes à produção.

##### **IV.1.7.1. Capacidade de Produção**

Em Goiânia o setor em questão tem capacidade para desossar até 240 quartos de traseiro e 250 de dianteiro por hora, sendo que a quantidade de quartos a serem desossados no dia depende basicamente do abate de animais do dia anterior, pois a partir do abate são geradas as carcaças que serão matéria prima para o setor de desossa. Em média são desossadas 1.500 carcaças a cada turno, perfazendo um total de 3.000 carcaças por dia.

As capacidades citadas são limitadas pelo espaço físico e equipamentos. Quando trata-se de espaço físico, é importante ressaltar que a planta foi construída inicialmente para atender uma demanda de 600 quartos de dianteiro e 600 quartos de traseiro por turno, e por meio de pequenas adequações sem aumento de área, consegue-se processar atualmente o equivalente a 2,5 vezes a demanda inicial.

O setor de embalagem secundária, posicionado de maneira a receber a produção da desossa, conta com espaço físico extremamente limitado, por vezes encontrando

dificuldades de acompanhar a produção dos cortes, em virtude do acúmulo de caixas e cortes cárneos na área.

Para a unidade em questão, existem dois tipos de desossa praticados, que são a desossa aérea e a desossa em mesa. O tipo de desossa aérea é o mais utilizado, onde os desossadores trabalham em pé com o quarto preso ao gancho apoiado à nória. Já a desossa em mesa, ocorre quando parte do quarto é colocado nas mesas, permitindo que o desossador utilize-a como apoio para realizar a separação do corte cárneo desejado. Na fábrica só ocorre desossa em mesa para o contra-filé e para o acém, que são destacados do quarto, e na mesa são destacados os cortes dos ossos.

As peças produzidas na área da desossa seguem a seguinte ordem de destacamento:

- Pescoço
- Peito
- Acém
- Costelinha
- Capa da pazinha
- Peixinho
- Pazinha
- Bola da paleta
- Músculo
- Picanha
- Aranha (carne de recorte)
- Fraldinha
- Filé Mignon
- Contra-filé
- Bananinha do contra-filé
- Coxão Mole
- Lagarto
- Coxão Duro
- Alcatra
- Maminha
- Patinho

As linhas de refile obedecem a ordem de destacamento das peças, para gerar harmonia e fluxo no processo produtivo. Sendo assim, existe praticamente uma mesa para cada peça destacada que pode ser desmembrada em outros cortes como o contra-filé que pode originar o corte entrecôte, o contra-filé e a capa do contra-filé, quando se trata da desossa do traseiro. Quando fala-se da desossa do quarto dianteiro, existe mais de uma mesa para separar e refilar alguns cortes, como por exemplo o pescoço, o acém, a costelinha e o peito. Esses cortes são separados em 3 mesas, e nestas mesmas mesas são refilados o pescoço, o acém e a costelinha, enquanto o peito é refilado em uma única mesa que recebe as peças das outras 3 mesas.

Para facilitar o acesso dos colaboradores do refile as mesas, geralmente ficam em posição perpendicular ao fluxo da linha, permitindo que todos os colaboradores tenham ao seu alcance as peças destacadas.

O setor de embalagem primária recebe toda produção gerada pelas desossas do quarto dianteiro e quarto traseiro, acomodando adequadamente os cortes dentro de embalagens específicas, de materiais pré-determinados pelos padrões de qualidade. No caso da unidade de Goiânia, o papel exclusivo do setor de embalagem primária é receber os cortes acomodados em embalagens próprias para vácuo, posicionando-as para que seja realizada a operação de selagem e geração de vácuo nas embalagens.

O setor de embalagens representa uma etapa crucial do processo produtivo de carne bovina, pois tem o papel de receber toda a produção das desossas do dianteiro e do traseiro e acomodar os cortes de forma padronizada, além de efetuar a pesagem e paletização das caixas.

Na unidade de Goiânia atualmente em virtude da demanda de produção, são utilizados basicamente 4 tipos de caixas que são:

- Caixa 15 Kg;
- Caixa 30 Kg;
- Caixa Cofre 20 Kg;
- Caixa miúdos 20 Kg.

As caixas citadas apresentam diferenças quanto ao tamanho, tipo de montagem, peso máximo e cortes que acomodam. Algumas das caixas podem apresentar diferenças também na espessura das paredes da caixa.

O setor de paletização, estocagem e expedição tem como objetivos principais, receber, acondicionar, estocar e expedir toda a produção da unidade Goiânia. Toda

produção da fábrica chega a este setor já em caixas, facilitando a estruturação de paletes para posterior estocagem em câmaras de resfriamento ou congelamento. Em seguida os produtos são separados de acordo com os pedidos dos clientes para serem carregados e expedidos.

Todas as caixas provenientes da embalagem secundária devem ser acondicionadas em paletes para posterior estocagem nas câmaras de resfriamento ou congelamento.

A área fria da indústria (desossa, corte, câmaras de estocagem, túneis de resfriamento e congelamento, expedição etc.), apresentam uma geração de efluentes líquidos muito reduzida, se comparado com a área quente. Isso ocorre devido a área fria ser uma área praticamente seca, ou seja, não necessita de grande quantidade de água, apenas para a higienização. Porém, o setor de embalagens é o grande gerador de resíduos sólidos da indústria, devido às embalagens plásticas e de papelão.

#### **IV.1.7.2. Congelamento de Carnes**

De acordo com ROÇA *et al.* (2001) na carne congelada a atividade microbiana é paralisada, e a atividade enzimática bem como a velocidade de reações químicas são substancialmente reduzidas.

A velocidade de congelamento afeta as propriedades físicas e químicas da carne. Geralmente são descritas como congelamento lento e congelamento rápido.

Durante o congelamento lento a temperatura do produto permanece próxima ao ponto de congelamento inicial durante bastante tempo. A água extracelular se congela mais rapidamente que a intracelular, porque tem uma menor concentração de solutos.

Dessa forma, o período de cristalização, no congelamento lento é maior, ocorrendo a formação de numerosos cristais de gelo extracelulares que se perdem facilmente como “gotejamento” durante o descongelamento. Além de numerosos cristais, são formados cristais de gelo maiores que promovem o rompimento das estruturas celulares, permitindo perda de nutrientes durante o descongelamento. Nesse caso, a velocidade de congelamento gira em torno de 0,05° C por hora.

Durante o congelamento rápido a temperatura do produto cárneo a ser congelado cai rapidamente abaixo do ponto de congelamento inicial. O congelamento rápido da carne causa menos efeitos prejudiciais do que o congelamento lento gerando cristais

menores que não rompem as estruturas celulares. A velocidade do congelamento rápido gira em torno de 0,5° C por hora.

O tempo de congelamento da carne, como explicado anteriormente, é de fundamental importância para a qualidade final do produto. Existem diversos equipamentos para realização de congelamento lento e congelamento rápido. Porém, independente do equipamento utilizado, existem fatores que influenciam no tempo de congelamento das peças de carne. Dentre os fatores que afetam o tempo desse processo, pode-se citar:

- Manutenção da temperatura da carne durante a separação das peças no setor de desossa;
- Tamanho da peça;
- Composição das embalagens;
- Disposição das peças dentro das caixas;
- Temperatura dos túneis de congelamento;
- Circulação de ar dentro dos túneis de congelamento;
- Tempo de permanência dentro da câmara.

A manutenção da temperatura dos cortes ainda na desossa evita que as peças embaladas cheguem aos túneis de congelamento com temperatura inadequada de conservação e também facilita o abaixamento da temperatura, exigindo menos energia dos túneis. Com relação ao tamanho das peças, pode-se dizer que quanto maior for uma única peça, mais difícil é alcançar a temperatura adequada no interior desta.

Muitas embalagens podem influenciar na velocidade de congelamento das peças, como por exemplo, o papelão que devido a sua composição e espessura pode trabalhar como material isolante.

A acomodação das peças dentro da caixa também representa um ponto de atenção, pois quando as peças estão acomodadas muito juntas é mais difícil ocorrer a penetração do frio.

A temperatura dos túneis e a circulação de ar no interior do equipamento devem ser constantemente monitoradas, pois representam o limiar entre o congelamento rápido e o congelamento lento. Esse fator influencia diretamente no tempo em que o produto permanece dentro do túnel.

Para garantir a adequada recepção dos produtos provenientes da embalagem secundária e conseqüentemente armazená-los da melhor maneira possível a unidade

fabril conta com 4 túneis de congelamento, 1 câmara para produtos resfriados e 2 câmaras para produtos congelados. A capacidade total de congelamento da unidade está apresentada na Tabela IV.4 e soma a quantia de aproximadamente 160 toneladas diárias.

**Tabela IV.4 – Capacidade das áreas de congelamento e estocagem**

<b>Tipo</b>	<b>Utilização</b>	<b>Temperatura média</b>	<b>Capacidade (paletes)</b>	<b>Capacidade (caixas)</b>	<b>Peso médio do Paleta (Kg)</b>	<b>Capacidade média total (ton.)</b>
<b>Túnel de congelamento estático 1</b>	congelamento de miúdos	<b>-30</b>	<b>33</b>	<b>1.485</b>	<b>900</b>	<b>29,7</b>
<b>Túnel de congelamento estático 2</b>	congelamento de miúdos	<b>-30</b>	<b>33</b>	<b>1.485</b>	<b>900</b>	<b>29,7</b>
<b>Túnel de congelamento estático 3</b>	congelamento de miúdos	<b>-30</b>	<b>33</b>	<b>1.485</b>	<b>900</b>	<b>29,7</b>
<b>Túnel de congelamento contínuo</b>	congelamento de cortes cárneos	<b>-50</b>	<b>-</b>	<b>6.272</b>	<b>-</b>	<b>150</b>
<b>Câmara de Congelados</b>	estocagem de miúdos	<b>-22</b>	<b>538</b>	<b>21.520</b>	<b>900</b>	<b>484,2</b>
<b>Câmara de Resfriados</b>	estocagem de cortes resfriados	<b>0,5</b>	<b>944</b>	<b>35.872</b>	<b>850</b>	<b>802,4</b>
<b>Câmara de Congelados</b>	estocagem de cortes congelados	<b>-23</b>	<b>1536</b>	<b>101.340</b>	<b>976</b>	<b>1.499,10</b>

Fonte: documento interno.

### IV.1.8. Instalações de Apoio

São aquelas que dão suporte para o perfeito funcionamento de todas as unidades componentes da linha de produção. Essas unidades serão descritas a seguir, enfatizando-se aquelas que possam contribuir de forma efetiva na produção de degradações ambientais.

#### IV.1.8.1. Caldeiras

Pode-se dizer que caldeiras são recipientes metálicos cuja função é, entre muitas, a produção de vapor por aquecimento da água. As caldeiras em geral são empregadas para alimentar máquinas térmicas, autoclaves e até para cozimento de alimentos. Existem atualmente na unidade fabril três caldeiras para geração de vapor para uma demanda padrão de vapor de 7,5 Ton/hora. Dos três equipamentos, dois estão em operação e um está desativado. A Caldeira 3, que tem como combustível a lenha, pode ser visualizada na Figura IV.3.



**Figura IV.3 – Caldeira 3 alimentada com lenha**

Na Tabela IV.5, são apresentadas as características de cada uma das caldeiras, inclusive daquela que se encontra em *stand by*, também suas localizações e eficiências como pode ser visualizado.

**Tabela IV.5 - Características técnicas das caldeiras**

Caldeira	Situação	Capacidade	Combustível	Consumo		Preço	Localização	Eficiência
1	desativada	4,5 ton/hora	Óleo *	500 L/h		R\$ 1,37 /L	Sala de máquinas	
2	utilização	8,0 ton/hora	Óleo *	900	<b>Origem</b>	R\$ 1,37 /L	Sala de máquinas	70%
3	utilização	10,0 ton/hora	Lenha	5 m <sup>3</sup> /hora	12% nativa	R\$ 49,00 /m <sup>3</sup>	Prédio de Caldeira	74%
					88% reflorestamento	R\$ 69,00 /m <sup>3</sup>		

\* baixo ponto de fluidez

Para um funcionamento mais eficiente das caldeiras, as linhas de vapor e de condensado funcionam em circuito fechado, ou seja, o vapor gerado nas caldeiras através do aquecimento da água é conduzido através de tubulação com isolamento térmico até as áreas necessárias da fábrica. Neste local são realizadas as trocas térmicas e conseqüentemente, em virtude do resfriamento do vapor, é gerado um condensado que retorna a uma temperatura de aproximadamente 90°C ao tanque de água da caldeira para ser novamente aquecida e gerar mais vapor.

A madeira utilizada na caldeira é entregue diariamente em função do consumo, que é de aproximadamente 110 m<sup>3</sup> por dia. A área para armazenagem de madeira comporta 1.200 m<sup>3</sup>, ou seja, comporta o equivalente a 10 dias de consumo deste material. A madeira é fornecida por um conjunto de fornecedores distintos. Já o óleo BPF possui uma freqüência de entrega quinzenal e cada carga recebida é de 12.000 litros. O reservatório para este óleo tem capacidade para armazenar 100.000 litros, e o fornecedor deste combustível é a Texaco (Chevron Brasil Ltda.).

A área de caldeiras possui equipamentos na rota de inspeção, e está contemplada pelas manutenções preventiva e preditiva, visando evitar manutenções corretivas.

#### **IV.1.8.2. Casa de máquinas**

A área definida como sala de máquinas representa os equipamentos responsáveis pela geração de frio para câmaras frias de congelamento e resfriamento. As câmaras frias de congelamento são supridas pela “linha de baixa”, que opera com temperaturas entre -45° e -40° C.

As câmaras frias de resfriamento, em contrapartida, são supridas pela “linha de alta”, que opera com temperaturas entre -10° e -5° C. Toda cadeia de frio trabalha com a amônia como líquido refrigerante. Esse líquido é fornecido de forma trimestral pela Almonex Brasil Ltda., e cada recebimento é de 1.000 Kg. Essa reposição deve ser feita em função das perdas ocorridas no sistema de refrigeração.

A Tabela IV.6 apresenta as salas de máquinas, os equipamentos atendidos e as capacidades.

**Tabela IV.6 - Sala de Máquinas**

<b>Sala de máquinas</b>	<b>Atuação</b>	<b>Condição</b>	<b>Compressores</b>	<b>Capacidade</b>
<b>1</b>	Câmaras frias da expedição e câmaras frias de maturação	Em uso	4	1400 cv
<b>2</b>	Câmaras frias da expedição	Em uso	4	860 cv

A geração de frio em uma indústria de produtos de origem animal é de extrema importância, pois garante a conservação do produto final. Por tal motivo, é necessária grande atenção para as salas de máquinas. O consumo de energia elétrica das salas de máquinas chega a representar 70% do consumo de energia elétrica total da unidade fabril.

Para diminuir os gastos com energia elétrica, existem quatro geradores que utilizam óleo diesel como combustível. Ao todo são 4 grupos geradores, sendo que os grupos geradores 1, 2 e 3, que encontram-se em utilização têm capacidade de 435 KVA cada unidade, apresentando um consumo médio de 73 l/hora e encontram-se localizados na sala de máquinas 1. A graxaria tem mais um grupo gerador em utilização, com capacidade nominal de 540 KVA e consumo médio de 83 l/hora. A Figura IV.4 apresenta um grupo gerador e compressor utilizado no horário de pico e para a geração de frio.



**Figura IV.4 – Grupo gerador e compressor para geração de frio**

Os geradores da unidade funcionam no horário chamado de “horário de ponta” estabelecido pela concessionária de energia elétrica, que compreende o período das 18:00 às 21:00 horas, quando o KW tem seu preço aumentado em mais de 400%, em virtude do aumento da demanda global para a concessionária nesse período.

Até o momento não existem registros de acidentes envolvendo a área de sala de máquinas e geradores. Os registros compreendem vazamentos de amônia em decorrência de eventuais furos que ocorrem na tubulação envelhecida e desgastada.

#### **IV.1.8.3. Garantia da Qualidade**

O sistema de qualidade de uma empresa é composto, basicamente, de um manual da qualidade e de procedimentos que orientam como executar determinada tarefa, detalhando os processos e as responsabilidades a eles associados. A manutenção de registros que comprovem como determinada atividade foi executada é um fator importante para melhorar processos. Basta, portanto, que a empresa documente o que faz, como faz e comprove a execução por meio de registros, que serão mais tarde usados para melhorar todo o sistema de qualidade.

O departamento da garantia da qualidade trabalha com vários programas de manutenção da qualidade, como Procedimento Operacional Sanitário (PSO), Boas Práticas de Fabricação (BPF), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Procedimento Padrão de Higiene Pré-Operacional e Operacional (PPHO), Abate Humanitário, Material de Risco Específico (MRE) e Controle Integrado de Pragas.

O departamento de qualidade atualmente conta com um corpo total de 23 colaboradores e trabalha de acordo com a produção, em 2 turnos diários. O uniforme utilizado pelos colaboradores desse departamento é composto de calça, jaleco, touca de algodão e botas brancas. Como E.P.I. os colaboradores da garantia da qualidade devem se adequar ao setor onde estão monitorando, e o capacete branco possui uma faixa central verde para identificação no interior da fábrica.

O controle integrado de pragas é o programa que define os procedimentos relacionados ao combate integrado de vetores e pragas urbanas a serem desempenhados. O controle das armadilhas da unidade é feito pelos monitores da garantia da qualidade e existem basicamente dois tipos de armadilhas instaladas:

- Ponto permanente de iscagem (PPI): Estruturas plásticas rígidas fixadas no piso numeradas e marcadas, onde em seu interior é mantida uma isca de parafina, com objetivo de capturar roedores na unidade.

- Ponto permanente de cola (PPC): Estruturas plásticas rígidas fixadas em pontos estratégicos, no interior das fábricas (áreas críticas), numeradas e mapeadas onde em seu interior é mantida um adesivo. Os PPC's podem ser fixados no piso, para capturar roedores, ou podem ser agrupados a armadilhas biológicas ou luminosas com o objetivo de capturar insetos.

#### **IV.1.8.3.1. Laboratório**

A unidade fabril está equipada com um laboratório para realização de análises dos produtos in natura, subprodutos e análises complementares para garantia de qualidade. A equipe do laboratório é composta por 5 colaboradores, que trabalham em parceria com a garantia de qualidade.

A responsabilidade do laboratório é avaliar por diversas análises físico-químicas e microbiológicas a eficiência de todos os programas de segurança alimentar desenvolvidos pelo setor de Garantia de Qualidade, tais como:

- Procedimento Padrão de Higiene Operacional – Garantindo o Controle Higiênico-Sanitário dos Procedimentos Operacionais;
- Boas Práticas de Fabricação – O fluxo do processo e manipulação é garantido pelo layout da fábrica, ficando esta segura sem riscos de contaminação cruzada;
- Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Monitorando PC's (Pontos de Controle) e PCC's (Pontos Críticos de Controle) no fluxograma do processo produtivo.

O laboratório adota como padrão de processo a NBR ISO 17.025. Apesar de ainda não estar credenciado no Ministério da Agricultura, é referência em processo e fluxo dos processos laboratoriais. Os fluxos são definidos em: (i) Fluxo 1 da Amostra; (2) Fluxo 2 da Amostra; e (iii) Fluxo dos Meios de Cultura.

O processo de certificação ocorrerá entre maio e junho com a auditoria do Ministério da Agricultura.

As análises Laboratoriais de cada produto são realizadas de acordo com as especificações e necessidades de cada mercado.

As análises realizadas para a avaliação de qualidade higiênico-sanitária da fábrica e manipulação são:

- Atendimento Decisão 471: Teste de Superfície de Equipamentos. Teste em 15 a 20 equipamentos quinzenalmente;
- Atendimento Decisão 471: Teste de Carcaça Quente. São realizados 50 testes por semestre, sendo 10 carcaças por semana em um único dia, no meio do turno;
- Atendimento Circular 835: Teste de Carcaças Resfriadas. É realizado 1 teste *E. Coli* a cada 300 carcaças por dia e 82 testes planejados de *Salmonella* a cada ano;
- Atendimento Circular 484: Teste em Cortes sem Osso. Em containeres com mais 500 embalagens são realizados testes de *Salmonella* em pelo menos 60 amostras, atendendo as especificações da Finlândia e Suécia;
- Monitoramento Interno: Teste de Ambiente. São realizados 4 testes por mês, a cada semana uma área diferente não avisada previamente;
- Monitoramento Interno: Teste de Ambiente. São realizados 6 testes quinzenais de *C. Estertheticum*, pelo método de SWAB no teto, paredes e produto;
- Monitoramento Interno: Teste de Pool Cortes. São realizados 2 testes diários de Contagem Total de Mesófilos (CTM). *S. aureus*, *E. Coli* e *Salmonella*;
- Monitoramento Interno: Teste *Pool* Farinha de Carne e Osso. É realizado 1 teste de *Salmonella* a cada semana em 6 dianteiros, 6 traseiros e nas farinhas de sangue e osso;
- Atendimento circular 175 Diretiva 98/83-CE: Teste da água de abastecimento e bruta;
- Monitoramento Interno: Testes de Água de Abastecimento (Mesófilos 37° e 22° C, C. totais e termotolerantes). São realizados semanalmente.

O laboratório tem como finalidade apresentar resultados confiáveis das análises de forma imparcial, garantindo a rastreabilidade dos produtos.

#### **IV.1.8.4. Limpeza Industrial**

O setor de limpeza industrial atua de forma complementar ao processo produtivo, para garantir as condições higiênico-sanitárias necessárias à manutenção da qualidade do produto final, atendendo às exigências legais impostas pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento que regulamenta o funcionamento da unidade.

Para a manutenção da limpeza da unidade existem colaboradores ligados aos setores onde atuam e também os colaboradores do setor de limpeza industrial. Estes últimos atuam na higienização completa da unidade após todas as atividades produtivas, o que ocorre no período noturno. Os colaboradores ligados aos setores realizam procedimentos do PPHO como limpeza operacional, que ocorre durante processo produtivo, e limpeza de intervalo, que é realizada durante intervalos de almoço e jantar.

Todos os colaboradores deste setor utilizam uniforme de cor vermelha, para diferenciá-los de funcionários das áreas de produção. O uniforme é composto por calça, blusa e touca vermelhas, bota e capacete brancos. Dentre os EPI's, devem ser utilizadas luvas plásticas, roupa plástica, luva de PVC, luva de látex, protetor auricular e em alguns casos, máscara descartável. A roupa plástica é vestida por cima do uniforme, para evitar que os funcionários trabalhem com a roupa molhada. As luvas de PVC devem ser usadas por manipuladores de mangueiras de água quente, para evitar que as mangueiras aquecidas queimem as mãos do colaborador. As luvas de látex são utilizadas para evitar que os produtos químicos utilizados contaminem os colaboradores. Com a mesma intenção devem ser utilizadas as máscaras em realização de atividades com produtos voláteis ou nebulizados.

A etapa de higienização da fábrica compreende um processo de extrema importância do processo produtivo, pois está diretamente ligada à qualidade final do produto.

O processo de higienização deve assegurar a limpeza e desinfecção completa das áreas produtivas, para que não haja contaminação durante o contato dos produtos com os equipamentos, como mesas, carrinhos e esteiras, e nem contaminação dos colaboradores ou ferramentas destes, durante esterilização.

A limpeza deve extinguir todo e qualquer resíduo físico e orgânico por meio de remoção física ou utilização de produtos químicos aprovados, para impedir proliferação de microrganismos e conseqüentemente contaminação cruzada.

A ineficiência na higienização pode acarretar diversas conseqüências ao produto final, como:

- Contaminação microbiológica (contaminação cruzada)
- Alteração de cor;
- Alteração de sabor;
- Alteração de odor;
- Produção de toxinas;
- Degradação da carne;
- Contaminação física;
  - Madeira
  - Plástico
  - Metal

Em decorrência da ineficiência, seguem outros problemas relativos à rotina da unidade. Como exemplo de tais problemas pode ser apontado: aumento das reclamações pelos setores em relação à limpeza; aumento no número de RNC's (Registro de Não-Conformidades) emitidas pelo SIF.

O processo de higienização é composto de 7 etapas que conferem a condição de ambiente limpo e sanitizado. Todas as etapas são complementares e têm papel importante no processo completo.

A não realização de uma das etapas descritas pode representar a diferença entre uma fábrica adequadamente limpa e sanitizada e uma fábrica com problemas de contaminação. As etapas que serão descritas conferem ao processo um padrão de higienização, que pode sofrer pequenas variações para adequação às particularidades de cada área da unidade fabril.

A remoção física de materiais é a primeira etapa e deve ser realizada pelos colaboradores dos setores produtivos destinados à limpeza das áreas, e compreende a retirada de excessos de carne, embalagens e qualquer tipo de lixo deixado nas áreas após o processo produtivo (orgânico e inorgânico). Esta etapa inicia a limpeza e quando bem feita, promove uma agilidade na etapa de pré-enxágue das áreas.

Esta etapa é realizada por colaboradores do período noturno e compreende a lavagem do setor com água quente (85° C). Esta etapa promove a remoção de 95% dos resíduos orgânicos aderidos às superfícies, quando realizado de maneira adequada. Devem ser lavados todos os equipamentos, piso, paredes, teto, ralos e esterilizadores.

A esfregação compreende o processo de esfregar todos os equipamentos, esterilizadores e superfícies de contato com o produto, utilizando a fibra de limpeza pesada e solução alcalina forte. Esse processo promove a retirada de incrustações aderidas nas áreas onde é realizado o esfregaço.

A etapa de aplicação de espuma é realizada a partir da confecção de solução alcalina forte e utilização de gerador de espuma, para que a limpeza se torne mais eficaz. A aplicação da espuma permite o contato do detergente em superfícies curvas, quinas e onde não é possível fazer o esfregaço. A espuma atua, de forma complementar às etapas anteriores ao trabalho como agente emoliente, deixando possíveis sujidades aderidas, mais fáceis de serem removidas com a utilização apenas de jato de água. Existem na unidade fabril 4 geradores de espuma, para utilização durante a higienização da fábrica.

O enxágüe final compreende a lavagem das áreas após as etapas de esfregação e aplicação de espuma. É realizado com água quente (85° C), e promove a retirada dos detergentes utilizados e toda sujidade do setor. Esta etapa exige atenção para que não restem resíduos de detergente ou sujidades na área.

A etapa de sanitização encerra o processo de higienização, com a aplicação de sanitizantes clorexidina ou ácido peracético. Estes produtos quando aplicados adequadamente, promovem a eliminação total de microrganismos que ainda existirem na área de processamento.

A sanitização é feita utilizando-se bomba costal com pulverizador, onde são pulverizadas todas as superfícies de contato direto com o produto.

Por fim, é realizada a revisão da higienização pelo supervisor e/ou líder do setor de limpeza industrial, que finaliza o processo de higienização, revisando as limpezas realizadas em todas as áreas, a fim de evitar a geração de não-conformidades durante a vistoria pré-operacional.

Para realizar a limpeza de maneira adequada faz-se necessário o uso de detergentes e soluções. Na unidade de Goiânia são utilizados 6 compostos para a confecção de soluções e sanitizantes.

Para a etapa de Esfregação e Aplicação de espuma é utilizada uma solução alcalina forte composta por: Detergente alcalino (2-3%) e Hipoclorito de sódio (2-3%), para uso em equipamentos e estrutura física, exceto pisos; no piso é utilizada uma solução de detergente alcalino (10-15%) e hipoclorito de sódio (10-15%).

Em equipamentos de alumínio utiliza-se detergente ácido (50-100%), devido ao fato de que o detergente alcalino pode provocar manchas no alumínio. Para a limpeza de centrífugas e alguns pisos com sujeira mais difícil de ser retirada, utiliza-se solução de hidróxido de sódio (50%).

Na etapa final de sanitização, utiliza-se como padrão a solução de clorexidina (2,5%), sendo possível sua substituição por ácido peracético (1%) em alguns casos.

Toda essa etapa representa um importante ponto de geração de efluentes, e as características destes efluentes variam de acordo com os materiais e composições utilizadas. Os colaboradores da limpeza industrial são grandes aliados na redução de consumo de água, se bem orientados. Para isso, todos passam por treinamento focado em economia de água e otimização dos recursos naturais, podendo inclusive apresentar idéias para combater o desperdício.

Dessa forma, tem-se um panorama de toda a cadeia produtiva e dos aspectos relevantes da unidade fabril, objeto do presente estudo. Passar-se-á agora a descrever os pontos considerados relevantes para serem tratados e aprofundados. Tais estudos fomentarão as propostas que farão parte do plano de gerenciamento e gestão ambiental da unidade.

#### **IV.2 Diagnóstico do Uso da Água na Indústria**

A água é um recurso que se faz presente em praticamente todos os processos de produção, desde a recepção dos animais para o regime hídrico e, posterior, banho de aspersão até a expedição. As fontes de água são: três poços artesianos construídos na unidade, além de uma captação superficial.

A água bruta captada superficialmente é tratada nas duas Estações de Tratamento de Água (ETA), existentes na unidade, e encaminhada a rede de distribuição, para uso em determinadas áreas da planta.

Os pontos de consumo mais expressivos da água proveniente das duas ETAs são apresentados a seguir, de forma a respeitar a distribuição física do uso:

- Na limpeza e recebimento dos bovinos nos currais;
- Nas áreas quente e fria, para higienização de vestimentas dos colaboradores e das ferramentas, limpeza de carcaças e vísceras;
- Na limpeza freqüente dos pátios, veículos, das instalações internas e externas, das ferramentas utilizadas e do maquinário da unidade;

- No consumo diário de aproximadamente 1.700 colaboradores
- No restaurante, para o preparo de refeições diárias para mais de 1500 pessoas;
- Na lavagem diária dos uniformes de todos os funcionários, exceto os atuantes no departamento administrativo.

Para as atividades supracitadas, são consumidos atualmente, uma média de 4.600 m<sup>3</sup> de água, diariamente, o que resulta em cerca de 2,76 m<sup>3</sup> de água por cabeça abatida. Numa estimativa aproximada, infere-se que o gasto de água do departamento administrativo, restaurante e lavanderia atinja aproximadamente 5 m<sup>3</sup> por dia.

Por ordem de grandeza, pode-se apontar como maior consumidor o processo de recepção dos animais, que chega a consumir 607 m<sup>3</sup> de água por dia. A triparia, em ambos os processos, de classificação e calibração, apresenta consumo contínuo durante todo o tempo de operação, o que também ocorre na bucharia durante a lavagem e separação de tripas e transporte do rumem.

#### **IV.2.1 Tratamento de água**

O tratamento da água dos poços é feito por meio de um sistema de cloração, utilizando hipoclorito de sódio puro (12% de cloro ativo) como produto para a desinfecção. A utilização deste composto de cloro oferece como vantagem a possibilidade de uma ação residual, uma vez que se quer evitar a proliferação de microrganismos durante o armazenamento e transporte da água tratada.

O processo de desinfecção promove o contato entre o agente de desinfecção selecionado (hipoclorito de sódio) e a água a ser desinfetada por um período de tempo suficientemente longo.

Desta forma, há uma bomba dosadora em cada poço a fim de dosar a quantidade necessária para cada poço. A quantidade de cloro livre na água, deve estar entre 0,5 ppm (mg/L) e 1,0 ppm (mg/L).

O sistema de verificação de cloro livre na água é feito por uma análise química com comparador colorimétrico, que gera um composto avermelhado com intensidade de cor proporcional ao teor de cloro livre na água.

Além das medições horárias de cloro livre no sistema de geração e distribuição da água, também são feitas análises microbiológicas e de cloro livre (físico-química) na água, em pontos de uso de diversos setores da indústria.

A coleta de água para análise é feita pelo técnico químico responsável do Laboratório do Controle de Qualidade e as análises são feitas por este mesmo laboratório e pelos laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura.

A Estação de Tratamento de Água da unidade fica localizada próximo à estrutura fabril, atrás do laboratório e tem capacidade para tratamento de 250m<sup>3</sup> de água / hora (ETA 1 – 100 m<sup>3</sup>/hora e ETA 2 – 150 m<sup>3</sup>/hora), cujo volume tratado chega a ser utilizado a uma taxa de 92%. O tanque reservatório tem capacidade para 650 m<sup>3</sup> de água, e a partir dele é distribuída para todo o complexo fabril. Os 3 poços artesianos de captação da água encontram-se dentro do território da unidade.

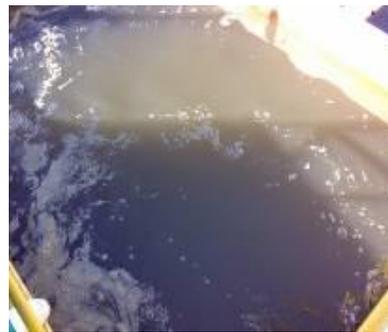
O uniforme da equipe envolvida na divisão de meio ambiente segue a cor verde e os principais EPI's são capacete, bota branca e máscaras específicas (essenciais para a manipulação de cloro-gás e sulfato de alumínio).

Apresenta-se a seguir as etapas de tratamento de água bruta, proveniente da captação superficial:

**1º - Captação:** A água é bombeada do córrego para os tanques de floculação, como pode ser visualizado na Figura IV.5;



(a)



(b)

**Figura IV.5 – (a) Ponto de captação de água bruta (b) Sistema de coagulação e floculação.**

**2º - Coagulação:** Nos tanques utiliza-se sulfato de alumínio para coagular as impurezas. Nesta etapa também é adicionado a esses tanques, em pontos diferentes, o polímero aniônico para flocular as impurezas contidas na água.

**3º - Decantação:** As impurezas ficam submersas no fundo do tanque de decantação, que pode ser visualizado na Figura IV.6a;



Figura IV.6 – (a) Sistema de decantação (b) Filtro de areia.

4° - **Filtro:** A água passa por um filtro composto de carvão antracitoso, pedregulho e areia fina onde são retidas as impurezas, o que pode ser visualizado na Figura IV.6b;

5° - **Cloração:** É feita na tubulação que leva a água dos filtros para o reservatório.

Ao sair do reservatório, é acrescentado à água, fosfato de zinco (dosagem anticorrosivo da tubulação) e então distribuída para o uso no complexo industrial.

#### IV.2.2 Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

As lagoas de tratamento da ETE da unidade de Goiânia localizam-se posteriormente ao local onde encontra-se a caldeira e o estoque de lenha. A operação é inicialmente dividida em duas partes: Linha Verde (apresenta grande quantidade de rúmen) e Linha Vermelha (apresenta grande quantidade de sangue). Após, o efluente segue para as lagoas no fim do processo. Na Tabela IV.7 são apresentadas as capacidades e profundidades das lagoas do sistema de tratamento de efluentes gerados na unidade fabril.

Tabela IV.7 – Características das lagoas do sistema de tratamento de efluentes

Lagoa	Capacidade	Profundidade
1	45.990 m <sup>3</sup>	4,5 m
2	10.773m <sup>3</sup>	4,5 m
3	9.324 m <sup>3</sup>	3,0 m
4	24.288 m <sup>3</sup>	2,0 m
5	20.265 m <sup>3</sup>	1,5 m

Fonte: documento interno.

A Figura IV.7 apresenta uma representação esquemática da disposição dessas lagoas, que como dito anteriormente, localizam-se na parte posterior do estoque de lenha.



Figura IV.7 – Representação esquemática da disposição das lagoas de tratamento de efluentes.

Pela Linha Vermelha é tratado o sangue que não foi capturado diretamente para a graxaria, por exemplo, aquele presente na esterilização de facas e da limpeza das áreas produtivas. Por meio da canalização, o sangue é levado até as peneiras estáticas que retêm os sólidos de espessura maior a 0,5 mm, e em seguida passam por um flotorador físico. Neste, é separado o sebo (gordura), com uma eficiência de 50%.

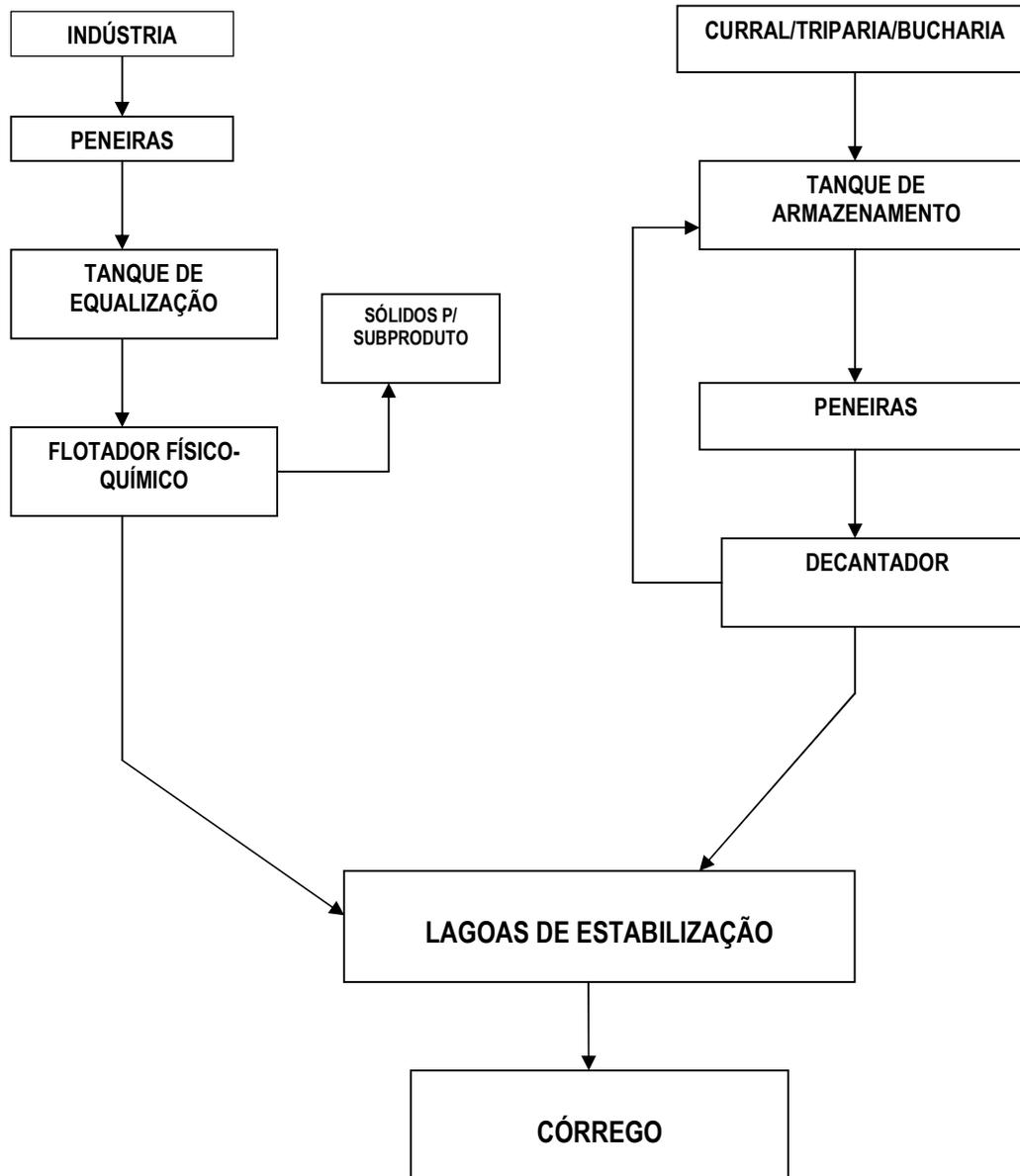
Após a retirada dos sólidos e de parte da gordura, o efluente segue para a primeira lagoa de tratamento. O sebo retido segue para a linha de subprodutos. A

capacidade total do flotador é de 150m<sup>3</sup>/hora de vazão de efluentes e opera atualmente em 60% dessa capacidade, gerando em média 20.000 litros de sebo/dia.

Na Linha Verde é tratado todo o efluente dos currais, bucharia e triparia, que contém grande quantidade de rúmen e esterco. A linha verde é canalizada até um poço de decantação, utilizado para retirar a terra proveniente de lavagem de caminhões principalmente, em seguida é bombeado para as peneiras estáticas com abertura de 0,5 mm. As peneiras retêm todo o conteúdo ruminal do efluente, que é levado até a prensagem, onde se extrai 45% de sua umidade. Em seguida, o sólido prensado é levado para a caldeira, na qual será utilizado como combustível, passando antes pelo secador a 250 °C. O líquido extraído pela prensa escorre para a caixa de esgoto, e retorna ao poço de decantação.

Já o principal resíduo sólido da bucharia suja, o rúmen, é retirado à seco, ou seja, não cai na rede de efluentes, e por meio de uma rosca transportadora é levado a uma prensa, de onde 45% da umidade é retirada e segue para a caldeira para passar pelo secador e ser utilizado também como combustível. É importante ressaltar a importância da retirada do rúmen a seco, evitando dessa forma o aumento da carga orgânica no efluente da linha verde, e também a obstrução das tubulações de esgoto devido à grande quantidade de resíduos sólidos.

Após o peneiramento, o efluente da linha verde também segue para a primeira lagoa, porém, antes de chegar à lagoa, é misturado com o efluente da linha vermelha. É importante ressaltar que o esgoto sanitário da indústria é separado e destinado à fossas sépticas. Todo o processo de geração de efluentes pode ser visualizado na representação esquemática da Figura IV.8.

**LINHA VERMELHA****LINHA VERDE**

**Figura IV.8 – Representação esquemática da geração de efluentes e resíduos.**

**1ª lagoa:** Lagoa Anaeróbia. Devido à camada de aproximadamente 40 cm de sólidos na superfície, opera com ausência de luz no processo. As bactérias presentes nessa lagoa não utilizam oxigênio para promover a digestão da matéria orgânica e devido ao seu metabolismo, liberam grande quantidade de metano na atmosfera;

**2ª e 3ª lagoas:** Lagoas facultativas. Nelas, as bactérias utilizam ou não oxigênio para digestão de matéria orgânica e há presença de luz no processo;

**4ª e 5ª lagoas:** Lagoas de polimento, ou seja, as bactérias apenas degradam o restante de matéria orgânica proveniente das lagoas anteriores.

O córrego recebe por dia 1.800 m<sup>3</sup> de água residuária tratada na ETE. A eficiência da ETE atinge 95% e é medida por meio das variáveis Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e presença de óleos e graxas. Dessa forma é garantida a qualidade da água que é devolvida ao córrego.

# **CAPÍTULO V**

## **PROPOSTA DE PLANO DE MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS**

Após o conhecimento da linha de produção, e dos principais pontos geradores de resíduos, serão descritas as propostas que decorreram do presente estudo, e que visam a contribuir para a minimização da geração de resíduos e sua disposição, segundo as normas e legislações em vigor.

Tais medidas visam não só a adequação às normas, mas também a favorecer a imagem da empresa no exterior, permitindo ainda, a abertura de novos mercados consumidores, que se caracterizam pelo maior grau de exigência. Além desses fatores pode-se apontar a necessidade da busca pela produção com menores custos sociais que é a meta presente em todas as ações da unidade fabril.

Como toda unidade produtiva, o ambiente caracteriza-se como fonte de matérias-primas e insumos que permitem o funcionamento da unidade, e como receptáculo dos resíduos gerados no processo produtivo. Dessa forma, as ações tomadas visam a reduzir os bens consumidos, bem como a geração de resíduos por unidade produzida.

Cabe ainda salientar, que todas as medidas tomadas, poderão favorecer a adequação necessária para uma possível certificação do sistema de gestão ambiental, o

que seria o caminho dentro das perspectivas e do comprometimento da unidade com as questões relativas ao ambiente.

Sendo assim, e nesse contexto, passar-se-á a apresentar as propostas que foram resultantes dos estudos empregados: (i) o reaproveitamento do rúmen como combustível nas caldeiras da unidade fabril; (ii) projeto de redução no consumo de água; e por fim, (iii) projeto de redução das emissões de metano.

Os projetos aqui apresentados encontram-se em fase de implementação e não encerram o assunto, visto que, a premissa básica da gestão ambiental é justamente a busca da melhoria contínua, como preceitua a norma NBR ISO-14.001/2004.

### **V.1 Projeto de reaproveitamento de Rúmen como combustível para as caldeiras**

Na unidade fabril de Goiânia, está em atuação um projeto pioneiro para utilização do rúmen (resíduo proveniente do conteúdo estomacal dos bovinos), como combustível na caldeira, utilizando a fumaça da chaminé da mesma, como fonte de calor para secagem do rúmen gerado. A fumaça retirada da caldeira por um exaustor sai com uma temperatura de aproximadamente 250° C, tornando possível e barata a secagem do rúmen. O rúmen seco é insuflado no interior da caldeira a lenha, para que seja queimado, gerando calor e eliminando o problema de destinação deste material, que não pode ser descartado em aterros sanitários, por ser considerado resíduo industrial.

Para a alimentação das fornalhas das caldeiras era gasto em torno de R\$ 162.000,00 por mês na compra de lenha, com composição de cerca de 88% de reflorestamento e 12% de madeiras nativas.

O custo com o transporte e disposição do rumem era da ordem de R\$ 180.000,00 por ano, além de inúmeros inconvenientes gerados no transporte e na área de disposição. Pode-se apontar ainda, riscos de derramamento durante o transporte e proliferação de insetos e vetores, dentre outros, causando uma situação de risco e, portanto, podendo o gerador, ou seja, a unidade fabril em questão ser responsabilizada por qualquer eventual dano ambiental causado.

Dessa forma, optou-se por destinar o resíduo gerado para alimentação das caldeiras, reduzindo os resíduos que necessitam de disposição e reduzindo o consumo de madeira.

Para tal projeto, foi observada a necessidade de aquisição de 2 prensas, roscas de alimentação, secador de rúmen e 3 carretas com roscas para alimentação da caldeira, com custo aproximado do investimento da ordem de R\$ 700.000,00.

Para o estudo da viabilidade financeira do projeto, foi levantado o custo de operação. O custo diário de energia elétrica é de aproximadamente R\$ 225,39 em cada prensa, cerca R\$ 53,08 para as carretas, totalizando aproximadamente R\$ 503,86 de custo de operação com energia elétrica, com o funcionamento das 2 prensas e das carretas de rúmen, durante 20 horas por dia.

Dessa forma, o custo mensal seria da ordem de R\$ 12.596,50, representando anualmente um custo aproximado de R\$ 151.158,00.

Considerando o Abate de 1.400 bois diariamente, e a geração de cerca de 4,7 kg de resíduo por cabeça abatida, a geração diária de resíduos seria então da ordem de 6.580 kg, com poder calorífico de 3.500 Kcal/Kg, contra 2.400 Kcal/Kg gerado pela lenha. A queima do resíduo gera uma economia financeira da ordem de R\$ 190.842,00/ano.

Essa economia propicia a recuperação do investimento total em cerca de 3,7 anos, sem mencionar os ganhos ambientais desse procedimento.

Assim, a unidade fabril atua no sentido de minimizar as externalidades, que porventura possam ser geradas por meio de suas atividades, contribuindo sobremaneira com a redução do desmatamento e com a economia de área em aterros sanitários. Além do exposto, pode-se apontar o favorecimento do aumento da consciência de seus colaboradores, que podem funcionar como multiplicadores na comunidade onde estão inseridos, disseminando práticas de conservação e bom uso dos recursos naturais.

O funcionamento do sistema se baseia na retirada do rúmen da bucharia suja, por um sistema de rosca sem-fim, que o transporta até uma prensa onde este material é prensado e carregado em uma carreta com capacidade para 4 mil quilos, que pode ser visualizada na Figura V.1.



**Figura V.1 – Carreta de transporte de material para a caldeira.**

Essa carreta é puxada por um trator até a caldeira onde é descarregada lentamente por roscas transportadoras até o secador de rúmen, todo o processo é mecanizado. O rúmen passa pelo secador e já é encaminhado à fornalha da caldeira, onde é queimado como combustível substituindo a lenha.

O esterco proveniente da peneira estática do tratamento primário da linha verde também é prensado, carregado em uma carreta e segue o mesmo destino. A prensa deságua e o secador sendo alimentado, podem ser vistos na Figura V.2.



**(a)**



**(b)**

**Figura V.2– (a) Prensa deságua (b) Secador da caldeira sendo alimentado.**

Dessa forma, propõe-se a redução da queima de lenha para o aquecimento das caldeiras, e ainda destina-se adequadamente o que era considerado como um problema para a unidade.

## **V.2 Projeto de Economia de Água**

O consumo de água é elevado e estão sendo tomadas medidas visando a redução no consumo. No caso da unidade fabril em questão a redução no consumo de água refletirá não apenas em economia direta, mas também de diversos outros itens como energia, produtos químicos utilizados no tratamento, dentre outros.

Seguindo essa linha e objetivando a conservação deste recurso natural, foram instalados macro-medidores de vazão (hidrômetros), nos pontos necessários para se controlar o consumo de água bruta e de água tratada internamente à unidade fabril.

Foram ainda estabelecidas metas de redução por setor, atividade que demanda o envolvimento dos supervisores e funcionários. Para o atendimento das metas propostas e para a melhora da conscientização dos colaboradores são realizados treinamentos e capacitações.

Em contrapartida, a alta administração investiu na troca de equipamentos que resultam em redução no consumo. A partir do mês de julho de 2008, foram instalados sistemas de válvulas acionadas por pedais, com fechamento automático em vários pontos de consumo de água da unidade fabril. Essas válvulas têm como principal objetivo evitar o desperdício, pois precisam ser acionadas durante o processo e garantem o fechamento do registro quando o colaborador não está presente.

Essas medidas resultaram em uma redução média no consumo da ordem de 20% nos pontos em que foram instaladas em média o que está demonstrado na Tabela V.1, que traz os pontos de consumo, as vazões e os volumes consumidos em cada ponto.

**Tabela V.1 – Pontos de consumo de água, vazão e volume consumido diariamente, antes da instalação dos equipamentos de controle e redução.**

<b>Localização</b>	<b>Pontos</b>	<b>Q (L/h)</b>	<b>Tempo (h/dia)</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Tripária</b>	1	1800	12	21600
	2	1800	12	21600
	3	5400	1,4	7560
<b>Desossa</b>	4	6300	2,4	15120
<b>Abate</b>	5	1440	2	2880
	6	1296	1,3	1684,8
	7	3060	13	39780
	8	1296	13	16848
	9	3060	2	6120
<b>Bucharia</b>	10	7200	10	72000
	11	5400	10	54000
	12	3600	9	32400
<b>Miúdos</b>	13	2196	6	13176
	14	4788	4	19152
			<b>Total (L/dia)</b>	<b>323920,8</b>

Fonte: documentos internos e medições realizadas.

A Tabela V.2 apresenta os mesmos dados após a instalação dos equipamentos citados anteriormente.

**Tabela V.2 – Pontos de consumo de água, vazão e volume consumido diariamente, após a instalação dos equipamentos de controle e redução.**

<b>Localização</b>	<b>Pontos</b>	<b>Q (L/h)</b>	<b>Tempo (h/dia)</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Tripária</b>	1	1800	10	18000
	2	1800	10	18000
	3	5400	1,2	6480
<b>Desossa</b>	4	6300	1,6	10080
<b>Abate</b>	5	1440	1,6	2304
	6	1296	1	1296
	7	3060	11	33660
	8	1296	11	14256
	9	3060	1,6	4896
<b>Bucharia</b>	10	7200	8	57600
	11	5400	8	43200
	12	3600	7,5	27000
<b>Miúdos</b>	13	2196	5	10980
	14	4788	3,5	16758
<b>Total (L/dia)</b>				<b>264510</b>

Considerando o custo aproximado de R\$ 0,45/m<sup>3</sup> e que a economia foi da ordem de 59 m<sup>3</sup>/dia, tem-se uma economia de aproximadamente R\$ 14,75/dia, resultando numa economia mensal de cerca de R\$ 383,5, o que representa anualmente uma economia da ordem de R\$ 4.602,00.

É uma economia relativamente pequena, mas considerando além do valor financeiro, a redução na captação de água bruta, tem-se em um ano uma redução da ordem de 18.408.000 litros. Pode-se ainda considerar que essa redução implicará na redução da geração de efluente, que mesmo após o tratamento ainda utilizaria água bruta para a diluição do efluente tratado.

Outro fator importante a ser considerado é o valor do investimento necessário para se atingir estes números apresentados, que é da ordem de R\$ 1.013,00, na

aquisição de 3 unidades de válvulas de  $\frac{3}{4}$ '' de Ø, com custo unitário de R\$ 81,00 e 11 unidades de válvulas de  $\frac{1}{2}$ '' de Ø, com custo unitário de R\$ 70,00. Sendo assim o investimento nas melhorias terá um tempo de retorno de 2,62 meses o que prova a viabilidade financeira do investimento, para além dos ganhos em conservação de recursos naturais.

Ainda buscando a redução no consumo de água, foram apontados como pontos de alto consumo, os currais de recepção dos animais. Dessa forma, procedeu-se aos estudos necessários e propõe-se a substituição dos aspersores existentes, por nebulizadores.

O sistema era composto por 22 aspersores (tipo irrigação de jardim) que apresentavam um consumo da ordem de 2.300 litros/hora cada, atingindo em média um consumo de 506.000 litros por dia, considerando que o período de aspersão era de aproximadamente 10 horas. Alguns dos aspersores antigos que foram substituídos podem ser vistos na Figura V.3.



**Figura V.3 – Aspersores instalados no curral, substituídos**

Tendo em vista a redução do consumo, sem a perda das características e funções que o sistema possui, foi proposto um novo sistema composto por 120 aspersores (tipo nebulizadores). Esses novos aspersores apresentam um consumo médio da ordem de 70 litros/hora cada. Considerando o mesmo período de 10 horas de nebulização, o consumo será reduzido em média para 84.000 litros por dia, ou seja, uma redução da ordem de 83,4%. Os modelos de nebulizadores podem ser observados na Figura V.4.



**Figura V.4 – Modelo de nebulizadores instalados no curral. Figura apenas ilustrativa.**

Em termos financeiros, o investimento dessa substituição foi da ordem de R\$ 100.000,00, uma vez que foi necessário trocar parte da tubulação e aumentar a pressão de alimentação da tubulação com a instalação de uma bomba aumentando também o consumo de energia elétrica. Ainda, considerando o custo médio de 1m<sup>3</sup> de água tratada como R\$ 0,45, para atendimento das exigências e padrões de qualidade já discutidos, tem-se então uma redução diária da ordem de R\$ 189,00, o que somaria no ano uma economia de cerca de R\$ 59.244,00, somando-se a esse montante os benefícios indiretos já discutidos.

Como abordado anteriormente, no âmbito de economia de água as ações tomadas obtiveram bons resultados, porém o grande desafio é envolver todos os colaboradores nesse projeto de economia dos recursos naturais. Dessa forma, são realizados treinamentos e palestras focando não só a questão da água, como o aquecimento global e outros assuntos relacionados à preservação ambiental.

### **V.3 Projeto de Redução das Emissões de Metano**

Propõe-se a implantação de um sistema de tratamento físico-químico, com uma eficiência superior a 85% de remoção de DBO e DQO, e superior a 97% de óleos e graxas, segundo dados do projeto. Sendo assim a primeira lagoa anaeróbia será desativada, e as segunda e terceira lagoas serão aterradas até ficar com profundidade de 2,5 metros.

Com a desativação da lagoa anaeróbia, não haverá mais a emissão de metano (grande responsável pelo efeito estufa) proveniente do metabolismo das bactérias anaeróbias, o que possibilitará a reivindicação de créditos de carbono para serem comercializados.

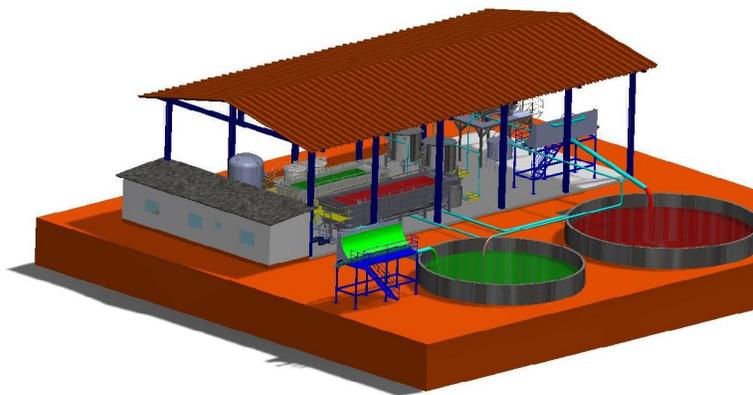
O sistema de flotação físico-química é composto pelas tecnologias de coagulação/floculação, flotação por microbolhas, em seguida uma centrífuga tridecanter, para a linha vermelha, e uma centrífuga decanter, para a linha verde.

Neste processo, tem-se como resultado um efluente tratado, sebo (óleo), que poderá ser vendido ou queimado nas caldeiras, e um resíduo sólido com baixo teor de umidade, o qual poderá ser destinado para um gestor autorizado ou para outros fins, como compostagem, combustível, uso na fábrica de ração, dentre outros.

As Figuras V.5 e V.6 ilustram a disposição dos equipamentos projetados.



**Figura V.5 – Projeto em 3D dos flotores físico-químicos**



**Figura V.6 – Esquema ilustrativo da distribuição dos equipamentos**

Para o projeto foi considerada uma geração máxima de 120 m<sup>3</sup>/h de efluente da linha verde, e de 200 m<sup>3</sup>/h de efluente da linha vermelha. O efluente de cada linha será encaminhado até as peneiras estáticas com abertura de 0,5 mm para retenção de sólidos, em seguida para dois tanques de equalização, um para a linha vermelha e outro para a linha verde.

O processo de redução de carga orgânica por flotação físico-química consiste na adição de um coagulante, para que a matéria orgânica presente no efluente seja agrupada em coágulos. Em seguida é adicionado um floculante no processo que facilita a união de vários coágulos em flocos maiores. Ao passo que são formados os flocos ocorre a injeção contínua de microbolhas de ar, pelo fundo do tanque de flotação, que arrastam os flocos para a superfície do efluente. Esses flocos formam uma camada de lodo na superfície do flotador que é retirada constantemente por meio de raspagem mecânica.

Diferentemente do processo tradicional de tratamento de águas, no qual os flocos são encaminhados para um decantador, onde são depositados no fundo do equipamento e retirados por descargas de fundo, no processo de flotação, são injetadas microbolhas de ar comprimido, pelo fundo do tanque de flotação, arrastando os flocos de matéria orgânica para a superfície do líquido, e permitindo que esse material seja retirado por meio da raspagem mecânica da superfície do líquido.

Segundo dados do fornecedor do sistema, o processo de separação por meio de flotação por ar dissolvido apresenta os seguintes benefícios em comparação ao sistema de decantação:

- **Consumo de produtos químicos:** espera-se uma redução de aproximadamente de 20% no consumo de coagulantes.
- **Requisitos de floculação:** são menores, sendo eficiente mesmo com flocos pequenos, facilitando e exigindo menos atenção do operador. Nesta situação, diminui-se a perda eventual de água rejeitada, quando do descontrole operacional da floculação. A floculação de águas de baixa turbidez e presença de cor, exigem um cuidado adicional do operador para obtenção de flocos de boa decantabilidade e filtrabilidade. O processo de flotação é particularmente indicado nesses casos.
- **Partida e parada de cada módulo são extremamente rápidas:** pelo reduzido volume do módulo de flotação e tempos de floculação, e pelas peculiaridades do processo de flotação, em que a separação se dá de forma

rápida, pela ação positiva das microbolhas mesmo de flocos mal formados, não existe o período de “maturação”, típico do processo de sedimentação convencional, com os problemas de estabelecimento inicial do campo de velocidades permanente, reações no manto etc.

- **Área ocupada menor:** requer estruturas mais compactas que o de decantação, e ocupará menor área, o que resulta em abreviação dos prazos e custos de construção.

- **Descarga de lodo:** no sistema de flotação o lodo é extraído pela superfície, não ocorrendo nunca entupimento e necessidade de limpezas. No sistema de decantação é necessário o ajuste, por tentativas, dos tempos de descarga do lodo ao passo que no sistema de flotação, o manto de lodo é visível, estável e o raspador automático.

- **Sensibilidade à temperatura:** decantadores são normalmente susceptíveis a problemas de temperatura, pelas correntes de convecção geradas por gradientes de temperatura, insolação não uniforme etc. As velocidades de sedimentação são da mesma ordem de grandeza destas correntes. No sistema de flotação, o tempo de retenção é muito inferior e a velocidade de separação cerca de dez vezes maior, sendo imune aos problemas típicos de decantação no sistema convencional, por ocasião das variações de temperaturas.

- **Maior concentração do lodo e facilidade de tratamento:** os sistemas por decantação produzem lodo com concentração de 0,3 a 0,7% em peso, normalmente. Por flotação, obtêm-se concentrações de 3 a 6%, ou seja, 10 vezes mais concentrada ou volume 10 vezes menor, dispensando adensamento.

Na linha vermelha, após a retirada do lodo flotado, o efluente tratado segue para as lagoas e o lodo é encaminhado à uma centrífuga tridecanter, para ser separado por diferença de densidade em água, sebo e sólido. A água retorna ao tanque de equalização, o sebo é enviado para o setor de subprodutos para ser processado e os sólidos podem ser utilizados na fabricação de farinha de sangue.

Na linha verde, após a retirada do lodo flotado, o efluente tratado segue para as lagoas e o lodo é encaminhado a uma centrífuga decanter, para ser separado apenas em duas fases, a líquida que retorna ao tanque de equalização e a sólida que é enviada ao secador da caldeira e utilizada como combustível.

Com a remoção de carga orgânica da ordem de 85%, não haverá mais carga suficiente para manter uma lagoa anaeróbia, dessa forma a lagoa anaeróbia existente será desativada e aterrada.

Esse projeto de redução de emissão de metano, ainda se encontra em fase de estudo, pois se trata de um investimento da ordem de 2,5 milhões de reais, e que poderá trazer um benefício ambiental considerável, além do retorno financeiro com a comercialização dos créditos de carbono gerados.

# CAPÍTULO VI

## CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar a gestão dos resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) gerados por um frigorífico industrial de grande porte e, de posse das informações levantadas, fazer propostas de mudanças, tanto estruturais, quanto comportamentais para a redução da geração de resíduos.

As propostas efetuadas a partir do levantamento dos dados foram simples, excetuando-se a de redução de emissão de metano, e resultam em grandes ganhos ambientais, o que mostra que com cuidados adequados, a produção industrial pode conviver, até certo ponto, com a conservação dos recursos naturais.

É importante ressaltar que esse levantamento de dados só foi possível graças ao envolvimento de todas as áreas produtivas, e com o apoio dos colaboradores. O empenho dos colaboradores gerou uma grande quantidade de dados, com os quais foi possível sugerir novas mudanças para alcançar uma produção ainda mais sustentável.

A indústria frigorífica sem uma gestão correta dos seus resíduos pode ser um grande vilão da manutenção da qualidade ambiental, portanto, é cada vez mais necessária a implantação de programas de melhoria contínua para minimizar os impactos ambientais gerados.

O presente trabalho mostra que, com a conscientização dos colaboradores e medidas aparentemente simples, é possível realizar grandes ações de cunho sócio-

ambiental. Dessa forma, a continuidade dos estudos poderá resultar em inúmeros ganhos relacionados ao ambiente, sendo assim, justifica-se o fomento de novas pesquisas na área.

# CAPÍTULO VII

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais. Disponível em <[www.abetre.org.br](http://www.abetre.org.br)>. Consultado em 20 de Outubro de 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10.004: Resíduos Sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – especificações e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro, 1996. 19 p.

ASSUMPÇÃO, L. F. J. **Sistema de gestão ambiental: manual prático para implementação de SGA e certificação ISO 14.001**. Curitiba: Juruá, 2006.

BARTELS, H. *Inspección veterinária de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1980.

BERGLUND, R. L. *Quality costs and pollution prevention. A CPI imperative*. ASQC QUALITY CONGRESS TRANSACTIONS, Milwaukee, 1991.

BORSOI, Z., **Informe Infra-Estrutura – Resíduos Sólidos**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. BNDES. Julho de 1997.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. Nota Técnica N.º 03/DSST/SIT. Brasília, 18 de março de 2004. **Refrigeração industrial por amônia: riscos, segurança e auditoria fiscal.**

BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. São Paulo: Inspetoria do SIPAMA, 1968.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Padronização de técnicas, instalações e equipamentos**. Brasília, DF, 1971.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 11.174, Julho de 1990. Armazenamento de resíduos inertes e não inertes**. Rio de Janeiro, 1990.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 12.235, Abril de 1992. Armazenamento de resíduos perigosos**. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. **Lei Federal N.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Diário Oficial [da] União, Brasília, 2 de Setembro de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em: 14 mai. 2008.

BRASIL. **Lei Federal N.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Diário Oficial [da] União, Brasília, 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em: 14 mai. 2008.

BRASIL. **Resolução CONAMA N.º 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.

BRASIL. **Resolução CONAMA N.º 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

BRASIL. **Resolução CONAMA N.º 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.

CETESB. **Relatório para estabelecimento de padrões de emissão – indústria de carnes**. São Paulo, 1978.

CNPC - CONSELHO NACIONAL DA PECUÁRIA DE CORTE. **Balanco da pecuária bovída de corte**. Site corporativo. Disponível em <http://www.cnpc.org.br>

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. 1ª ed. São Paulo: EPU - Springer: Editora da Universidade de São Paulo, 1980. 196p.

GARCIA, O. P. **Avaliação da segurança na operação da caldeira de uma indústria de bebidas**. Presidente Prudente, SP, 2002.

GIL, J.I., DURÃO, J.C. **Manual de inspeção sanitária de carnes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985.

HEDRICK, H.B. *et al.* **Principles of meat science**. Dubuque: Kendal/Hunt Publ. Co., 1994.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1984.

LEDIC, I. L., TONHATI, H., FERNANDES, L. O. **Rendimento integral de bovinos após abate**. Lavras: Ciênc. agrotec., v.24, n.1, p.272-277, jan./mar., 2000.

LEOPOLD, L.B. *et al.* **A procedure for evaluating environmental impact**. U.S. Geol. Surv. Circ. U.S.G.S. Washington, D.C., 1971.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MATOS, S. V. **Proposta de minimização de resíduos sólidos industriais: estudo de caso com areia de fundição**. 1997. 107 f. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003B. 419p.

ORMOND, J. G. P., **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

PACHECO, J. W., **Guia técnico ambiental de abates**. São Paulo: CETESB, 2006a. 98p.

PACHECO, J. W., **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes**. São Paulo :CETESB, 2006b. 85p.

PACHECO, J. W., **Guia técnico ambiental de graxarias**. São Paulo: CETESB, 2006c. 76 p.

PIVA, A. M.; WIEBECK, H. **Reciclagem do plástico: como fazer da reciclagem um negócio lucrativo**. São Paulo: Artliber, 2004.

QUADROS, C. W. B. de, **O uso da embalagem de carne pelo frigorífico: mudanças na cadeia produtiva da carne bovina na perspectiva do frigorífico e do produtor rural**. Dissertação de mestrado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

- REIS, C. M. D. F. S. **A Ecogestão na Indústria de celulose e papel e sua relação com o órgão de Controle Ambiental do Estado de São Paulo.** 1997. 142 f. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- ROHDE, G.M. **Geoquímica ambiental e estudos de impacto.** 2 ed. São Paulo: Signus Editora, 2004. 157 p.
- ROÇA, R. O. *et al.* **Efeitos dos métodos de abate de bovinos na eficiência da sangria.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas., maio-ago, 2001.
- SCARASSATI, D. *et al.* **Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos.** III Fórum de estudo contábeis. Unicamp, Campinas, 2003.
- SILVA, E. **Análise e Avaliação de Impactos Ambientais.** Notas de aula. Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Viçosa, 1995. 87 p.
- SILVEIRA, D.D. **Modelo para seleção de sistemas de tratamento de efluentes de indústrias de carne.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Catarina, 1999.
- SILVEIRA, D. D. da **Tratamento de resíduos industriais na indústria cárnea.** Pal. no 5º Simp. Tecnologia de Produtos Cárneos. UFSM, abr., 1997.
- SOUZA, M. P. de. **Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática.** 1ª ed. São Carlos: Riani Costa, 2000. 112p.
- STEINER, H. **Working model of standardized technique for the hygienic slaughtering of cattle.** Fleischwirtschaft, Frankfurt, 1983.
- STRAUSS, E. L.; TRALDI MENEZES, L. V. **Minimização de resíduos.** In. 17º Congresso da ABES, Anais, Vol. 2, Tomo II, 1993.
- THORNTON, H. **Compêndio de inspeção de carnes.** Londres: Bailliere Tindall and Cassel, 1969.
- TOMMASI, L.R. **Estudo de Impacto Ambiental.** São Paulo: CETESB – Terragraph Artes e Informática, 1993. 354 p.
- VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Vol. 1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996.
- VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2002.