



# Frigoríficos

Industrialização

## da Carne

Bovina<sup>e</sup> Suína



# **GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE FRIGORÍFICOS INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES (BOVINA E SUÍNA) - SÉRIE P+L**

**Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria do Meio Ambiente  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
  
FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo**

2008

**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**  
Governador

*José Serra*

**SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE**  
Secretário

*Francisco Graziano Neto*

**CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA  
DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Diretor Presidente

*Fernando Rei*

Diretor de Gestão Corporativa

*Edson Tomaz de Lima Filho*

Diretor de Controle de Poluição  
Ambiental

*Otávio Okano*

Diretor de Engenharia, Tecnologia e  
Qualidade Ambiental

*Marcelo de Souza Minelli*

**FIESP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
Presidente

*Paulo Skaf*



**Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental**  
**Depto. de Desenvolvimento,  
Tecnologia e Riscos Ambientais** *Angela de Campos Machado*

**Divisão de Tecnologias Limpas  
e Qualidade Laboratorial** *Meron Petro Zajac*

**Setor de Tecnologias  
de Produção mais Limpa** *Flávio de Miranda Ribeiro*

**Coordenação Técnica** *Angela de Campos Machado  
Flávio de Miranda Ribeiro  
Meron Petro Zajac*



**Departamento de Meio Ambiente - DMA** *Nelson Pereira dos Reis – Diretor Titular  
Arthur Cezar Whitaker de Carvalho – Diretor Adjunto  
Nilton Fornasari Filho – Gerente*

**Coordenação do Projeto Série P+L** *Luciano Rodrigues Coelho - DMA*

## Elaboração

José Wagner Faria Pacheco - Setor de Tecnologias de Produção mais Limpa

## Colaboração

### CETESB

Aquino da Silva Filho - Agência Ambiental de Santo Amaro  
Carlos Eduardo Komatsu - Departamento de Tecnologia do Ar  
Carlos Henrique Braus - Agência Ambiental de Araçatuba  
Cláudio de Oliveira Mendonça - Agência Ambiental de Ipiranga  
Davi Faleiros - Agência Ambiental de Franca  
Flávia Regina Broering - Agência Ambiental de Pinheiros  
Hélio Tadashi Yamanaka - Setor de Tecnologias de Produção mais Limpa  
Jeová Ferreira de Lima - Agência Ambiental de Americana  
José Mário Ferreira de Andrade - Agência Ambiental de São José do Rio Preto  
Lucila Ramos Ferrari - Agência Ambiental de Ipiranga  
Luiz Antonio Martins - Agência Ambiental de Osasco  
Luiz Antonio Valle do Amaral - Agência Ambiental de Santo Amaro  
Márcio Barbosa Tango - Agência Ambiental de Barretos  
Mateus Dutra Muñoz - Agência Ambiental de Franca  
Moraci Gonçalves de Oliveira - Agência Ambiental de Piracicaba  
Paulo Plácido Campos Júnior - Setor de Efluentes Líquidos  
Vera Sílvia Araújo S. Barillari - Agência Ambiental de Franca

### ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos

Sílvia Germer – Grupo Especial de Meio Ambiente do ITAL  
Manuel Pinto Neto – CTC Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes

### EMPRESAS

Abatedouro de Bovinos e Suínos do Sapucaí Ltda.  
FISA - Frigorífico Itapeperica S.A.  
Fribal Frigorífico Balancin Ltda.  
Friboi Ltda.  
Frigorífico J. G. Franca Ltda.  
Frigorífico Marba Ltda.  
Frigorífico Rajá Ltda.  
Independência Alimentos Ltda.  
Indústria e Comércio de Carnes Minerva Ltda.  
Sadia S.A.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

---

Pacheco, José Wagner  
Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de  
carnes (bovina e suína) / José Wagner Pacheco. - - São Paulo :  
CETESB, 2006.  
85p. (1 CD) : il. ; 30 cm. - (Série P + L)

Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>  
ISBN  
1. Abate - indústria 2. Frigorífico - indústria 3. Carne - in-  
dústria 4. Charque, salsicha, mortadela, presunto, lingüiça, paio  
- indústria 5. Graxaria - indústria 6. Bovino e suíno - indústria 7.  
Poluição - controle 8. Poluição - prevenção 9. Processo industrial  
- carne 10. Produção limpa 11. Resíduo, efluente, emissões  
- minimização 12. xxxxxx I. Pacheco, José Wagner Faria. II. Título.  
III. Série.

---



**PALAVRA DO PRESIDENTE DA CETESB**



No decorrer dos últimos anos a CETESB vem desenvolvendo Guias Ambientais de Produção mais Limpa, com o intuito de incentivar e orientar a adoção de tecnologias limpas nos diversos setores produtivos da indústria paulista, além de fornecer uma ferramenta de auxílio para a difusão e aplicação do conceito de P+L, tanto para o setor público como o privado.

A experiência tem mostrado que os guias mais recentes, publicados a partir do final de 2005, tornaram-se fundamentais para o estabelecimento de novas formas de ação com o objetivo de assegurar maior sustentabilidade nos padrões de produção.

Não há dúvidas de que a adoção da P+L como uma ferramenta do sistema de gestão da empresa, pode trazer resultados ambientais satisfatórios, de forma contínua e perene, ao invés da implementação de ações pontuais e unitárias. Estes dados permitirão estabelecer, em futuro próximo, indicadores como a produtividade, a redução do consumo de matérias-primas e dos recursos naturais, a eliminação de substâncias tóxicas, a redução da carga de resíduos gerados e a diminuição do passivo ambiental, sendo que os resultados positivos destes indicadores implicam diretamente na redução de riscos para a saúde ambiental e humana, bem como contribuem sobremaneira para os benefícios econômicos do empreendedor, para a sua competitividade e imagem empresarial, tendo em vista os novos enfoques certificatórios que regem a Gestão Empresarial.

Neste contexto, o intercâmbio maduro entre o setor produtivo e o órgão ambiental é uma importante condição para que se desenvolvam ferramentas de auxílio tanto na busca de soluções adequadas para a resolução dos problemas ambientais, como na manutenção do desenvolvimento social e econômico sustentável.

Esperamos assim que as trocas de informação e tecnologias iniciadas com a elaboração dos guias da série P + L, oriundos da parceria entre o órgão ambiental e o setor produtivo, gerem uma visão crítica, de modo a se identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos, bem como subsidiem um aumento do conhecimento técnico, podendo assim disseminar e promover o desenvolvimento de novas tecnologias, com vistas ao sucesso do desenvolvimento sustentável.

**Fernando Cardozo Fernandes Rei**

Diretor Presidente

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

## **PALAVRA DO PRESIDENTE DA FIESP**

## Produção mais limpa, país mais desenvolvido!

Os Guias Técnicos de Produção mais Limpa, com especificidades e aplicações nos distintos segmentos da indústria, constituem preciosa fonte de informações e orientação para técnicos, empresários e todos os interessados na implementação de medidas ecologicamente corretas nas unidades fabris. Trata-se, portanto, de leitura importante para o exercício de uma das mais significativas ações de responsabilidade social, ou seja, a defesa do meio ambiente e qualidade da vida.

Essas publicações, frutos de parceria da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), contribuem muito para que as indústrias, além do devido e cívico respeito aos preceitos da produção mais limpa, usufruam a conseqüente economia de matérias-primas, água e energia. Também há expressivos avanços quanto à eliminação de materiais perigosos, bem como na redução, no processo produtivo, de quantidades e toxicidade de emissões líquidas, gasosas e resíduos.

Ganham as empresas, a economia e, sobretudo, a sociedade, considerando o significado do respeito ao meio ambiente e ao crescimento sustentável. A Cetesb, referência brasileira e internacional, aloca toda a sua expertise no conteúdo desses guias, assim como os Sindicatos das Indústrias, que contribuem com informações setoriais, bem como, com as ações desenvolvidas em P+L, inerentes ao segmento industrial. Seus empenhos somam-se ao da Fiesp, que tem atuado de maneira pró-ativa na defesa da produção mais limpa. Dentre as várias ações institucionais, a entidade organiza anualmente a Semana do Meio Ambiente, seminário internacional com workshops e entrega do Prêmio Fiesp do Mérito Ambiental.

Visando a estimular o consumo racional e a preservação dos mananciais hídricos, criou-se o Prêmio Fiesp de Conservação e Reúso da Água. Sua meta é difundir boas práticas e medidas efetivas na redução do consumo e desperdício. A entidade também coopera na realização do trabalho e é responsável pelo subcomitê que dirigiu a elaboração da versão brasileira do relatório técnico da ISO sobre Ecodesign.

Por meio de seu Departamento de Meio Ambiente, a Fiesp intensificou as ações nesta área. Especialistas acompanham e desenvolvem ações na gestão e licenciamento ambiental, prevenção e controle da poluição, recursos hídricos e resíduos industriais. Enfim, todo empenho está sendo feito pela entidade, incluindo parcerias com instituições como a Cetesb, para que a indústria paulista avance cada vez mais na prática ecológica, atendendo às exigências da cidadania e dos mercados interno e externo.

### **Paulo Skaf**

Presidente da Fiesp

**PALAVRA DO PRESIDENTE DO SINDICARNES**

O surgimento de problemas sócioambientais como ameaçadores à sobrevivência da vida na Terra é um fenômeno relativamente novo para a humanidade, mas extremamente preocupante.

A preocupação ambiental não pode ser mais um legado que deixaremos às gerações futuras. Ela deve estar presente em nosso dia-a-dia, pois é fruto de nosso procedimento, bem como do que recebemos dos que nos antecederam.

Nesse sentido, o SINDICARNES, consciente dos enormes desafios a serem enfrentados e de suas responsabilidades, desenvolveu em conjunto com a CETESB este Guia Técnico Ambiental, visando estimular a participação de muitas outras empresas nesta busca por um desempenho ambiental cada vez mais sustentável. Este Guia tem como objetivo difundir o conceito de ecoeficiência e a metodologia de Produção mais Limpa (P+L) como instrumentos para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor e, ainda, divulgar a prevenção como instrumento da proteção ambiental.

Muito já foi feito, muito ainda há para se fazer em relação ao meio ambiente, mas podemos, com certeza, concluir que o meio ambiente, se cuidado, garante a preservação dos recursos necessários para o futuro do nosso negócio. Usar pouca água, emitir poucos poluentes e recuperar resíduos significa diminuir custos. É uma questão econômica. Mas também de procurarmos dar mais qualidade de vida a toda a nossa sociedade, buscando diminuir esse índices que são tão alarmantes. Quando as empresas se conscientizam dessas necessidades, automaticamente investem.

O SINDICARNES – Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo, em parceria com a FIESP e a SMA/CETESB espera, com esta publicação, colaborar e agregar cada vez mais valor à indústria de carnes e derivados no Estado de São Paulo.

**José Roberto Morganti**

Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo

# Sumário



INTRODUÇÃO .....	17
1. PERFIL DO SETOR .....	21
1.1 Carne Bovina .....	22
1.2 Carne Suína.....	22
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS .....	25
2.1 Processamento Principal – Industrialização da Carne.....	27
2.1.1 Charque (“carne seca”, de bovino).....	29
2.1.2 Salsicha e Mortadela .....	31
2.1.3 Presunto .....	34
2.1.4 Lingüiças (frescal e defumada) e Paio .....	37
2.2 Processamentos Derivados (subprodutos e resíduos) em Graxarias.....	39
2.3 Processos de Limpeza e Higienização.....	39
2.4 Processos Auxiliares e de Utilidades.....	42
3. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS.....	45
3.1 Consumo de Água.....	46
3.2 Consumo de Energia .....	47
3.3 Uso de Produtos Químicos.....	48
3.4 Efluentes Líquidos .....	49
3.4.1 Aspectos e Dados Gerais .....	49
3.4.2 Processos Auxiliares e de Utilidades.....	51
3.4.3 Tratamento dos Efluentes Líquidos de Frigoríficos.....	51
3.5 Resíduos Sólidos .....	53
3.6 Emissões Atmosféricas e Odor.....	54
3.7 Ruído.....	55
4. MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) .....	57
4.1 Uso Racional de Água .....	58
4.2 Minimização dos Efluentes Líquidos e de sua Carga Poluidora .....	60
4.3 Uso Racional de Energia .....	63
4.3.1 Fontes Alternativas de Energia .....	64
4.4 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos.....	64
4.5 Minimização de Emissões Atmosféricas e de Odor.....	66
4.5.1 Substâncias Odoríferas .....	66
4.5.2 Material Particulado e Gases.....	66
4.6 Minimização de Ruído .....	67
4.7 Medidas de P+L – Quadro Resumo.....	67
4.8 Implementação de Medidas de P+L.....	74
5. REFERÊNCIAS.....	81







# Introdução

Este Guia foi desenvolvido para levar até você informações que o auxiliarão a integrar o conceito de Produção mais Limpa (P+L) à gestão de sua empresa.

Ao longo deste documento você poderá perceber que, embora seja um conceito novo, a P+L trata, principalmente, de um tema bem conhecido das indústrias: a melhoria na eficiência dos processos.

Contudo, ainda persistem dúvidas na hora de adotar a gestão de P+L no cotidiano das empresas. De que forma ela pode ser efetivamente aplicada nos processos e na produção? Como integrá-la ao dia-a-dia dos colaboradores? Que vantagens e benefícios traz para a empresa? Como uma empresa de pequeno porte pode trabalhar à luz de um conceito que, à primeira vista, parece tão sofisticado ou dependente de tecnologias caras?

Para responder a essas e outras questões, este Guia traz algumas orientações teóricas e técnicas, com o objetivo de auxiliar você a dar o primeiro passo na integração de sua empresa a este conceito, que tem levado diversas organizações à busca de uma produção mais eficiente, econômica e com menor impacto ambiental.

Em linhas gerais, o conceito de P+L pode ser resumido como uma série de estratégias, práticas e condutas econômicas, ambientais e técnicas, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente por meio de ações preventivas, ou seja, evitando a geração de poluentes ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados.

Na prática, essas estratégias podem ser aplicadas a processos, produtos e até mesmo serviços, e incluem alguns procedimentos fundamentais que inserem a P+L nos processos de produção. Dentre eles, é possível citar a redução ou eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água ou energia, redução na geração de resíduos e efluentes, e reúso de recursos, entre outros.

As vantagens são significativas para todos os envolvidos, do indivíduo à sociedade, do país ao planeta. Mas é a empresa que obtém os maiores benefícios para o seu próprio negócio. Para ela, a P+L pode significar redução de custos de produção; aumento de eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades; ampliação de suas perspectivas de atuação no mercado interno e externo; maior acesso a linhas de financiamento; melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

Por tudo isso vale a pena adotar essa prática, principalmente se a sua empresa for pequena ou média e esteja dando os primeiros passos no mercado, pois com a P+L você e seus colaboradores já começam a trabalhar certo desde o início. Ao contrário do que possa parecer num primeiro momento, grande parte das medidas são muito simples. Algumas já são amplamente disseminadas, mas neste Guia elas aparecem

organizadas segundo um contexto global, tratando da questão ambiental por meio de suas várias interfaces: a individual relativa ao colaborador; a coletiva referente à organização; e a global, que está ligada às necessidades do país e do planeta.

É provável que, ao ler este documento, em diversos momentos, você pare e pense: “mas isto eu já faço!” Tanto melhor, pois isso apenas irá demonstrar que você já adotou algumas iniciativas para que a sua empresa se torne mais sustentável. Em geral, a P+L começa com a aplicação do “bom senso” aos processos, que evolui com o tempo até a incorporação de seus conceitos à gestão do próprio negócio.

É importante ressaltar que a P+L é um processo de gestão que abrange diversos níveis da empresa, da alta diretoria aos diversos colaboradores. Trata-se não só de mudanças organizacionais, técnicas e operacionais, mas também de uma mudança cultural que necessita de comunicação para ser disseminada e incorporada ao dia-a-dia de cada colaborador.

É uma tarefa desafiadora, e que por isso mesmo consiste em uma excelente oportunidade. Com a P+L é possível construir uma visão de futuro para a sua empresa, aperfeiçoar as etapas de planejamento, expandir e ampliar o negócio, e o mais importante: obter simultaneamente benefícios ambientais e econômicos na gestão dos processos.

De modo a auxiliar as empresas nesta empreitada, este Guia foi estruturado em quatro capítulos. Inicia-se com a descrição do perfil do setor, no qual são apresentadas suas subdivisões e respectivos dados socioeconômicos de produção, exportação e faturamento, entre outros. Em seguida, apresenta-se a descrição dos processos produtivos, com as etapas genéricas e as entradas de matérias-primas e saídas de produtos, efluentes e resíduos. No terceiro capítulo, você conhecerá os potenciais impactos ambientais gerados pela emissão de rejeitos dessa atividade produtiva, o que pode ocorrer quando não existe o cuidado com o meio ambiente.

O último capítulo, que consiste no “coração” deste Guia, mostrará alguns exemplos de procedimentos de P+L aplicáveis à produção: uso racional da água com técnicas de economia e reúso; técnicas e equipamentos para a economia de energia elétrica; utilização de matérias-primas menos tóxicas, reciclagem de materiais, tratamento de água e de efluentes industriais, entre outros.

O objetivo deste material é demonstrar a responsabilidade de cada empresa, seja ela pequena, média ou grande, com a degradação ambiental. Embora em diferentes escalas, todos contribuimos de certa forma com os impactos no meio ambiente. Entender, aceitar e mudar isso são atitudes imprescindíveis para a gestão responsável das empresas.

Esperamos que este Guia torne-se uma das bases para a construção de um projeto de sustentabilidade na gestão da sua empresa. Nesse sentido, convidamos você a ler este material atentamente, discuti-lo com sua equipe e colocá-lo em prática.





## **1. Perfil do Setor**

## 1.1 Carne Bovina

O rebanho bovino brasileiro é um dos maiores do mundo – em torno de 198,5 milhões de cabeças, em 2006 (CNPIC, 2006). Considerando-se uma população de cerca de 185,2 milhões de habitantes para este ano (CNPIC, 2006), tem-se mais de um bovino por habitante, no Brasil. As maiores regiões produtoras estão no Centro-Oeste (34,24%), seguidas pelo Sudeste (21,11%), Sul (15,27%), Nordeste (15,24%) e Norte, com 14,15% do rebanho nacional (ANUALPEC, 2003 apud SIC, 2006).

A participação do estado de São Paulo no rebanho brasileiro é de cerca de 6 a 7% do total, em torno de 12,5 milhões de cabeças (SIC, 2006).

A figura 1 mostra a evolução das exportações de carne bovina, na última década.

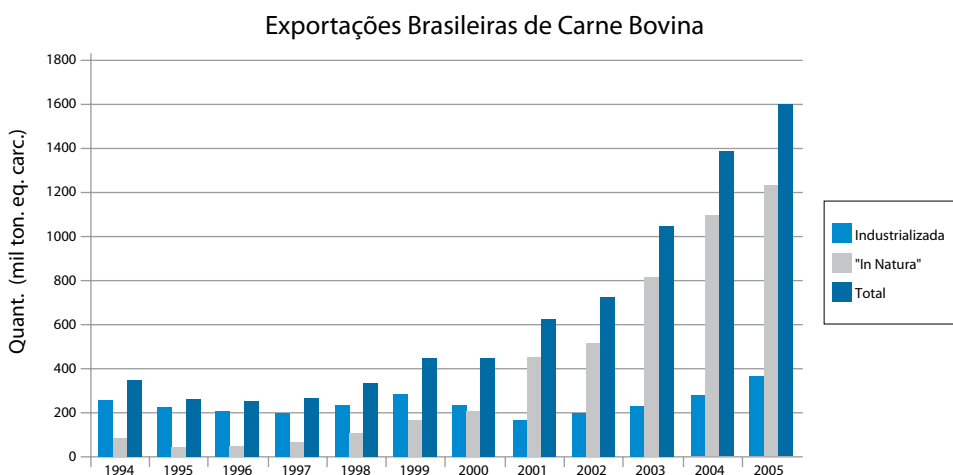


Figura 1 – exportações de carne bovina - Brasil (ABIEC, 2006)

Como se pode verificar na figura 1, a partir de 2001, o Brasil tornou-se um grande exportador mundial de carne bovina, quando também passou a predominar a exportação de carne “in natura” sobre a carne industrializada. Vários são os fatores para o aumento das exportações, dentre eles a baixa cotação do real, os baixos custos de produção (comparados aos do mercado externo) e a ocorrência da BSE (mal da “vaca louca”) em outras regiões do mundo. Por outro lado, alguns entraves também aconteceram, como as barreiras levantadas pela Rússia às exportações de carne brasileira e os recentes e freqüentes episódios relativos à febre aftosa.

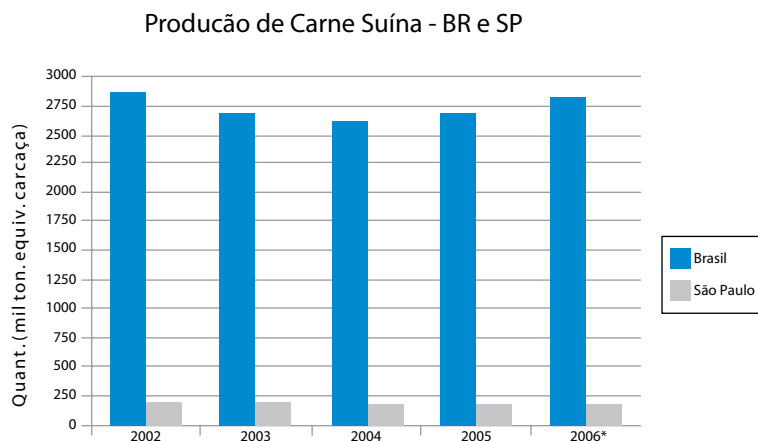
## 1.2 Carne Suína

O Brasil é o 4º produtor mundial de carne suína, atrás apenas de China, União Européia e Estados Unidos, nesta ordem. Também é o 4º exportador mundial deste produto, sendo União Européia, Estados Unidos e Canadá os três primeiros, nesta ordem. O abate suíno paulista (SP) representa cerca de 7,15% do abate suíno nacional (ABIPECS, 2006).

A produção brasileira de carne suína deve crescer em torno de 4,5% em 2006, atingindo aproximadamente 2,83 milhões de toneladas (cerca de 122 mil toneladas a mais do que

2005). Um aumento esperado de cerca de 5,0% na produtividade terá um peso maior na expansão da produção. Mesmo assim, o volume produzido ainda ficará abaixo da capacidade instalada, avaliada em 3,0 milhões de toneladas. A produção paulista (SP) representa cerca de 7,05% da produção nacional (ABIEPCS, 2006).

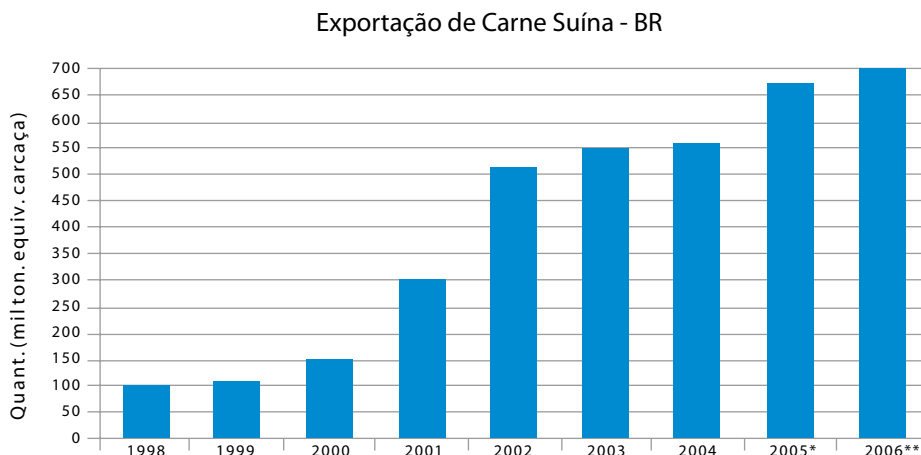
A figura 2 mostra a evolução da produção de carne suína brasileira.



\* estimativa

Figura 2 – produção de carne suína no Brasil e em São Paulo (ABIEPCS, 2006)

A figura 3 mostra a evolução das exportações de carne suína brasileira, denotando aumento expressivo a partir de 2000.



\* estimativa \*\* previsão

Figura 3 – exportação brasileira de carne suína (ABIEPCS, 2006)





An abstract graphic featuring a black and white halftone pattern of dots of varying sizes, creating a textured, pixelated effect. The pattern is set against a solid blue background that frames the top and bottom of the page.

## **2. Descrição dos Processos Produtivos**

O abate de bovinos e suínos, assim como de outras espécies animais, é realizado para obtenção de carne e de seus derivados, destinados ao consumo humano. Esta operação, bem como os demais processamentos industriais da carne, são regulamentados por uma série de normas sanitárias destinadas a dar segurança alimentar aos consumidores destes produtos. Assim, os estabelecimentos do setor de carne e derivados em situação regular, trabalham com inspeção e fiscalização contínuas dos órgãos responsáveis pela vigilância sanitária (municipais, estaduais ou federais).

Como consequência das operações de abate para obtenção de carne e derivados, originam-se vários subprodutos e/ou resíduos que devem sofrer processamentos específicos: couros, sangue, ossos, gorduras, aparas de carne, tripas, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária, etc.

Normalmente, a finalidade do processamento e/ou da destinação dos resíduos ou dos subprodutos do abate é função de características locais ou regionais, como a existência ou a situação de mercado para os vários produtos resultantes e de logística adequada entre as operações. Por exemplo, o sangue pode ser vendido para processamento, visando a separação e uso ou comercialização de seus componentes (plasma, albumina, fibrina, etc), mas também pode ser enviado para graxarias, para produção de farinha de sangue, usada normalmente na preparação de rações animais. De qualquer forma, processamentos e destinações adequadas devem ser dadas a todos os subprodutos e resíduos do abate, em atendimento às leis e normas vigentes, sanitárias e ambientais. Algumas destas operações podem ser realizadas pelos próprios abatedouros ou frigoríficos, mas também podem ser executadas por terceiros.

Para os fins desta publicação, pode-se dividir as unidades de negócio do setor, quanto à abrangência dos processos que realizam, da seguinte forma<sup>1</sup>:

- **Abatedouros (ou Matadouros):** realizam o abate dos animais, produzindo carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis. Algumas unidades também fazem a desossa das carcaças e produzem os chamados “cortes de açougue”, porém *não* industrializam a carne;
- **Frigoríficos:** podem ser divididos em dois tipos: os que abatem os animais, separam sua carne, suas vísceras e as industrializam, gerando seus derivados e subprodutos, ou seja, fazem todo o processo dos abatedouros/matadouros e também industrializam a carne; e aqueles que não abatem os animais - compram a carne em carcaças ou cortes, bem como vísceras, dos matadouros ou de outros frigoríficos para seu processamento e geração de seus derivados e subprodutos – ou seja, somente industrializam a carne;
- **Graxarias:** processam subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não-comestíveis. Seus produtos principais são o sebo ou gordura animal (para a indústria de sabões/sabonetes e para a indústria química) e farinhas de carne e ossos (para rações animais). Há graxarias que também produzem sebo ou gordura e/ou o chamado adubo organo-mineral

<sup>1</sup> Esta divisão ou classificação é feita apenas para facilitar a abordagem das unidades industriais do setor produtivo no contexto deste documento e da “Série P+L” da CETESB, não correspondendo à classificação e às denominações oficiais do setor, conforme o RIISPOA (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

somente a partir de ossos. Podem ser anexas aos abatedouros e frigoríficos ou unidades de negócio independentes.

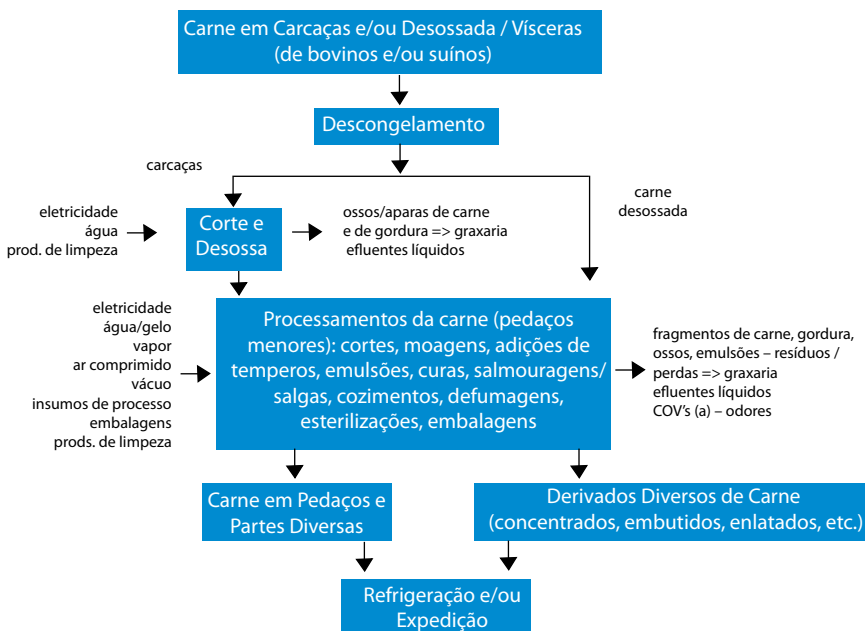
**Este documento tratará apenas dos frigoríficos que não abatem os animais, conforme a classificação acima.**

Os abatedouros/matadouros e as graxarias serão tratados em outros documentos específicos da “Série P+L” da CETESB. Desta forma, os frigoríficos que também abatem os animais são tratados por dois documentos desta série: por aquele que trata dos abatedouros/matadouros e por este. Caso haja graxarias anexas aos frigoríficos, recomenda-se fortemente que também se consulte o documento específico para graxarias, para o gerenciamento integrado das práticas recomendadas nestes documentos, considerando-se as duas operações – frigorífico e graxaria.

Na seqüência, tem-se fluxogramas e descrições *gerais* das *principais* etapas de processo em frigoríficos que industrializam a carne de bovinos e de suínos. A título de exemplo, descreve-se a fabricação de alguns produtos derivados da(s) carne(s) bovina e/ou suína. Nos fluxogramas, também foram indicadas as principais entradas e saídas de cada etapa.

## 2.1 Processamento Principal – Industrialização da Carne

A carne e as vísceras obtidas do abate de bovinos e suínos podem ser processadas e transformadas em diversos produtos, como: carnes em peças, carnes temperadas, charques (carne seca), presuntos, mortadelas, salsichas, lingüiças, salames, patês, carnes enlatadas, caldos de carnes concentrados, entre outros.

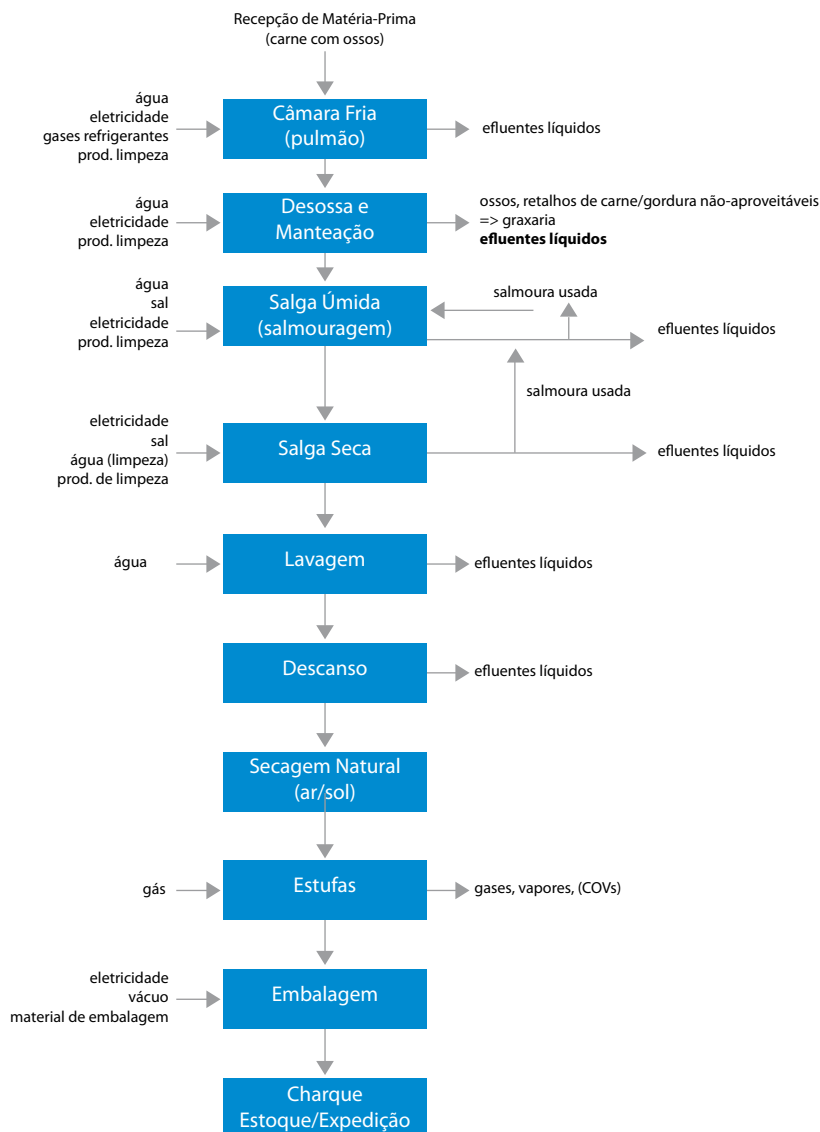


(a) COV's = compostos orgânicos voláteis

Figura 4 – fluxograma genérico de industrialização de carnes

Como exemplos de industrialização da carne, pode-se destacar as produções de charque, salsicha, mortadela, presunto e lingüiças.

## 2.1.1 Charque (“carne seca”, de bovino)



COV's = compostos orgânicos voláteis, responsáveis por odores desagradáveis

Figura 5 – fluxograma básico de produção de charque

• **Recepção de Matéria-Prima**

A matéria-prima normalmente usada para charque é a ponta de agulha bovina, que chega normalmente resfriada à fábrica de charque, sendo armazenada em câmaras frias. Caso chegue congelada, o descongelamento é feito nestas mesmas câmaras, antes de seu processamento.

• **Desossa e Manteação**

Separa-se os ossos da carne manualmente, com o auxílio de facas. Aparas de carne e gordura são separadas para aproveitamento como charque ou encaminhadas para graxarias, juntamente com os ossos. Na carne desossada, são abertos sulcos com facas para reduzir sua espessura, visando maior penetração e homogeneidade de salga, na seqüência. Esta operação é conhecida como manteação.

• **Salga Úmida/Salmouragem**

As peças de carne desossadas podem ser salgadas por *injeção* (salmoura é injetada com agulhas, operação que dura em torno de 10 segundos) e/ou por *imersão* em tambores cilíndricos horizontais rotativos (“tumblers”), nos quais a carne é agitada juntamente com a salmoura, previamente preparada em tanque específico (operação que dura de 30 a 45 minutos). Então, carne e salmoura são descarregados, sendo que parte da salmoura retorna para ser recuperada no tanque de preparação (reformulação e reutilização) e parte segue como efluente líquido.

• **Salga Seca**

A carne salmourada é disposta manualmente, com auxílio de ganchos, em camadas intercaladas com sal grosso, constituindo pilhas de carne-sal com cerca de 2m de comprimento, 2m de largura e 1,5m de altura. Estas pilhas são mantidas em temperatura ambiente ou em ambientes condicionados (de 12 a 15°C), por período de 3 a 4 dias. Durante este período, pode-se desmontar e inverter as pilhas, com eventual resalga, para permitir melhor desidratação e escoamento de salmoura, que escorre das pilhas de carne-sal. Parte desta salmoura é recuperada e a restante, é drenada como efluente líquido. A seguir, o sal é retirado e as pilhas continuam a ser desmontadas e invertidas por mais 4 ou 5 dias, para uniformizar a distribuição do sal dentro da carne.

• **Lavagem**

Após o período de salga seca, a carne é lavada em tanques abertos, com água corrente (lavagem contínua), para a remoção do excesso de sal. A água de lavagem é drenada continuamente como efluente líquido.

• **Descanso**

A carne lavada é colocada em pilhas menores para descanso, por cerca de um dia. Os teores de água e sal tornam-se mais homogêneos ao longo da espessura da carne.

• **Secagem Natural (ar/sol)**

Após o descanso, a carne salgada é estendida em varais a céu aberto, para o processo de secagem natural. O processo dura de 2 a 5 dias.

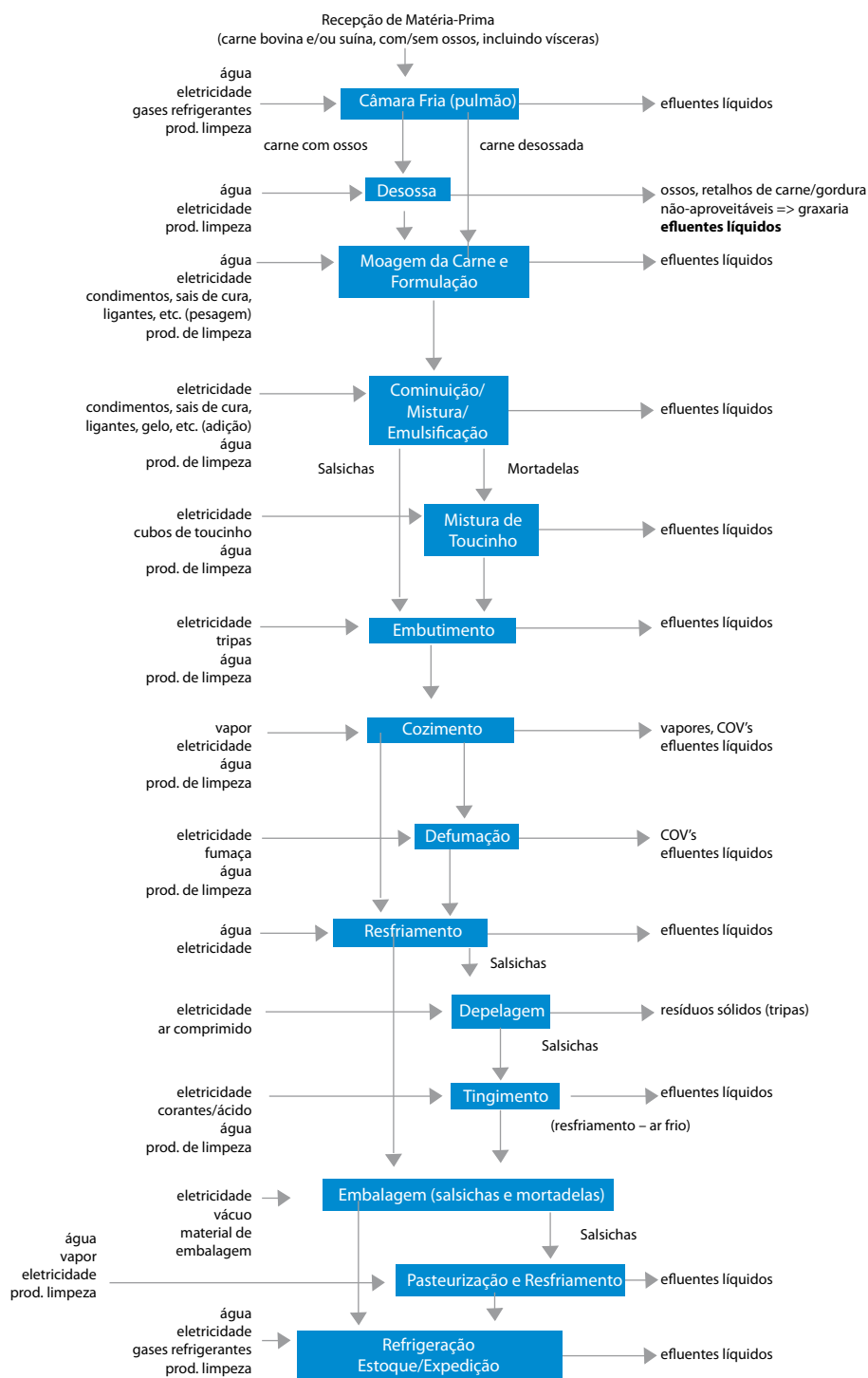
• **Estufa**

Opcionalmente, a carne pode ser encaminhada para estufas, aquecidas pela queima de combustíveis (gás, por exemplo), para complementação da secagem. Isto ocorre também em caso de chuvas ou necessidade de se acelerar a secagem. A carne permanece na estufa durante cerca de um dia.

• **Embalagem**

Após a secagem, o charque é pesado, prensado e embalado, sendo enviado para estoque e/ou expedição.

## 2.1.2 Salsicha e Mortadela



COV's = compostos orgânicos voláteis, responsáveis por odores

Figura 6 – fluxograma básico de produção de salsicha e de mortadela

De acordo com as características de cada produto (tipo de salsicha e de mortadela), procede-se à sua *formulação* em um lote de tamanho definido, de acordo com as instalações de processo. São feitas pesagens da carne (bovina e/ou suína), previamente cominuída (processo pelo qual se fragmenta a carne em pequenos pedaços), e de todos os ingredientes e aditivos necessários a este lote. Dependendo da formulação, incluem-se ingredientes de cura, temperos ou condimentos, toucinho e os chamados extensores e ligantes (fécula, proteína texturizada de soja – PTS, vísceras bovinas e/ou suínas, etc.).

- **Recepção de Matéria-Prima**

A matéria-prima, carnes bovina e suína em carcaças (com ossos) e/ou desossadas, chegam resfriadas ou congeladas ao frigorífico (quando adquiridas de terceiros) e são armazenadas em câmaras frias.

- **Desossa**

Para carnes em carcaças resfriadas (com ossos), separa-se os ossos da carne manualmente, com o auxílio de facas. Aparas de carne e gordura resultantes são selecionadas para aproveitamento nos produtos ou encaminhadas para graxarias, juntamente com os ossos.

- **Moagem da Carne**

A carne é picada e moída com auxílio de equipamentos tais como moedores e/ou quebradores, floculadores ou desintegradores de blocos, para matéria-prima congelada. As pesagens de um mesmo lote são identificadas e mantidas juntas, para a seqüência do processo. Por vezes, são colocadas dentro de um “container” móvel, com identificação do lote.

- **Cominuição/Mistura/Emulsificação**

A carne moída, bem como os ingredientes do lote do produto, vão sendo colocados em um equipamento chamado “cutter”, que promove uma cominuição fina das carnes e a mistura de todos os ingredientes. É comum a adição de gelo picado, que além de compor o teor de água do produto, promove o resfriamento da massa em processo, que se aquece pelo atrito com os componentes da máquina. Isto é importante para a qualidade do produto (textura da massa, aspectos organolépticos, controle de eventual crescimento microbiano, etc.). A mistura prossegue até que se obtenha uma emulsão com características específicas.

- **Mistura de Toucinho - Mortadelas**

No caso de mortadelas, a emulsão obtida no “cutter” é levada a uma misturadeira, na qual se adiciona certa quantidade de pequenos cubos de toucinho, responsáveis pelas chamadas “olhaduras” típicas deste tipo de produto.

- **Embutimento**

No caso de salsichas, a emulsão do “cutter” é transferida para a embutideira e embutida em tripa apropriada ao tipo de produto (celulósica ou de colágeno, com calibres específicos, etc.), que é amarrada ou torcida em gomos (segmentos) de tamanho adequado ao tipo de salsicha.

No caso de mortadelas, após mistura do toucinho, a emulsão também segue para a embutideira e, neste caso, geralmente são utilizados envoltórios de maior calibre, que podem ser naturais, celulósicos ou plásticos.

- **Cozimento**

Os produtos embutidos são levados para cozimento em estufas com aquecimento a vapor d’água, onde, dependendo de cada produto, permanecem por um deter-



minado tempo, passando por vários estágios com aumento gradual de temperatura, até que esta atinja 72°C no ponto mais frio da massa dos produtos.

• **Defumação**

Dependendo do produto, pode haver um estágio de defumação durante o cozimento. Este processo pode ser feito por meio dos chamados “fumeiros”, processo tradicional e mais artesanal, no qual as peças dos produtos cárneos, dentro das estufas, são envolvidas por fumaça proveniente da queima de serragem de madeiras. Mais recentemente, a defumação tem sido feita pelo uso da chamada “fumaça líquida”, que é uma solução aquosa produzida industrialmente, formada pela condensação e tratamento da fumaça proveniente da queima de madeiras. Este insumo é adquirido de terceiros pelos frigoríficos. Normalmente, o processo é realizado pela imersão das peças cruas do produto em um banho contendo a “fumaça líquida” ou pela aspersão da solução deste composto sobre as peças do produto cárneo, o que é feito sob condições controladas (tempo, temperatura e concentração de “fumaça líquida”). A impregnação dos compostos da fumaça no produto durante o cozimento, confere a ele as características típicas de produto defumado.

• **Resfriamento**

Após cozimento (e defumação, se ocorrer), as peças do produto são resfriadas com jatos de água fria ou à temperatura ambiente, até que a temperatura do ponto mais quente do produto atinja cerca de 40°C.

• **Depelagem**

Esta operação é específica para as salsichas. Após passar pelo resfriamento, as tripas ou envoltórios das peças do produto são removidas manualmente ou com o auxílio de uma depeladeira, equipamento dotado de lâmina rotativa própria para cortar os envoltórios. Após o corte, as tripas ou envoltórios são removidos com um jato de ar comprimido e descartados como resíduos.

• **Tingimento**

Esta operação também é específica para as salsichas. Os gomos de salsicha, sem o envoltório, são imersos em uma solução gelada (< 2°C) de corantes específicos à base de urucum e em seguida, em uma solução ácida para fixação de sua cor vermelha característica.

• **Embalagem**

Após passarem pela depelagem (e tingimento, se houver), as salsichas são resfriadas com ar frio e em seguida, vão para a sessão de embalagem, onde são embaladas em embalagens plásticas termoformadas e seladas à vácuo. Já as mortadelas, podem ser embaladas em sacos plásticos e também embaladas à vácuo.

• **Pasteurização pós-embalagem**

Esta operação também é realizada especificamente para as salsichas. Após sua embalagem, os pacotes são colocados em gaiolas e levados para pasteurização por imersão em água quente, até atingir a temperatura de 72°C na parte interna dos pacotes. Em seguida, passam por um resfriamento com água até que sua temperatura caia para menos de 10°C.

• **Refrigeração (estoque/expedição)**

As salsichas, em pacotes pasteurizados, e as mortadelas, são encaixotadas em caixas de papelão e estocadas em câmaras frias, com temperaturas controladas, aguardando sua expedição para o mercado.

2.1.3 Presunto

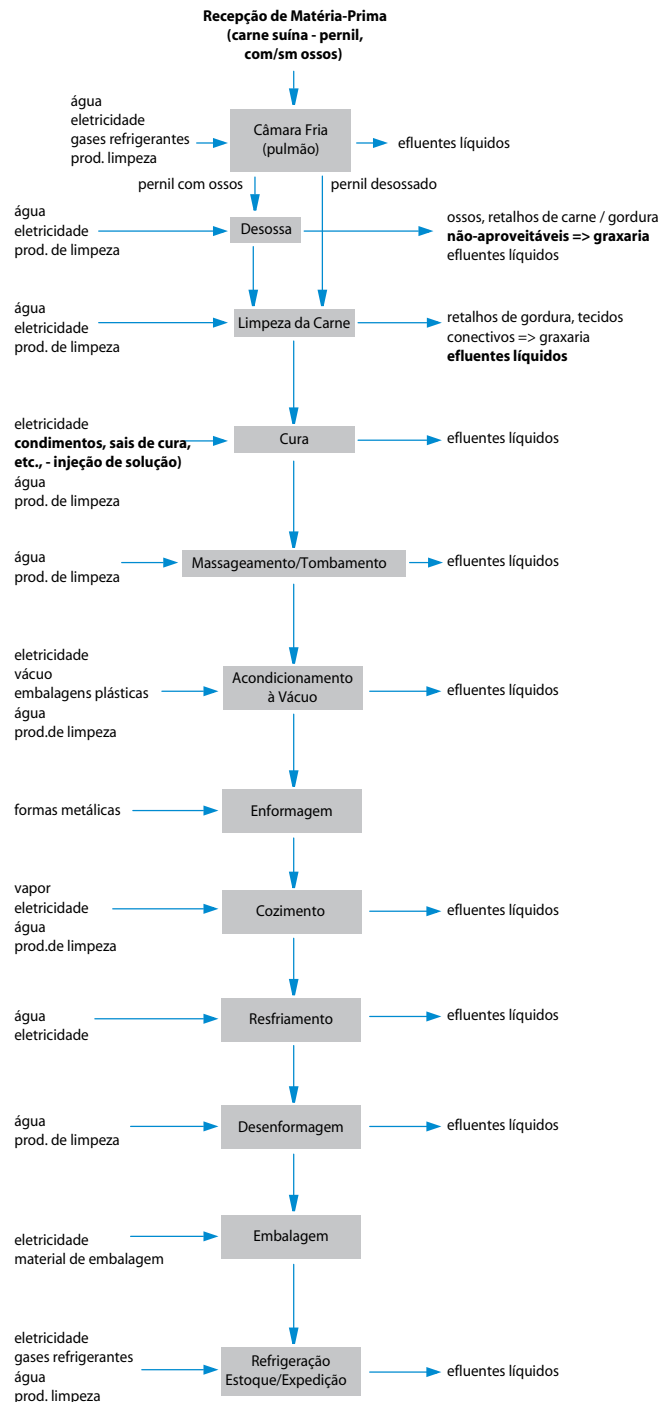


Figura 7 - fluxograma básico de produção de presunto

- **Recepção de Matéria-Prima**

Carne suína (pernil), com ossos e/ou desossada, chega ao frigorífico (quando adquirida de terceiros) e é armazenada em câmaras frias. Caso a carne chegue congelada, é necessário seu descongelamento antes de seu processamento, que normalmente é feito nas próprias câmaras frias.

- **Desossa**

Para carne resfriada com ossos, retira-se manualmente os ossos, com o auxílio de facas. Aparas de carne e gordura resultantes da desossa são selecionadas para aproveitamento em produtos ou encaminhadas para graxaria, juntamente com os ossos.

- **Limpeza da Carne**

Excesso de gordura e tecidos conectivos são removidos dos pedaços de pernil desossado. Estes materiais podem ser aproveitados em produtos do próprio frigorífico ou podem ser destinados para graxaria. A carne limpa é pesada para controlar o processo de injeção de salmoura para cura.

- **Cura**

Os pedaços de pernil limpos são injetados com uma solução contendo ingredientes como sal, açúcar, condimentos e aditivos, tais como conservantes conhecidos como sais de cura (nitratos e nitritos), antioxidantes, estabilizantes e umectantes. Para esta operação, são utilizadas injetoras manuais ou automáticas, do tipo multi-agulhas.

- **Massageamento ou Tombamento**

Os pernis injetados são massageados ou tombados em tanques ou tambores rotativos ("tumblers") por tempo suficiente para que ocorra a distribuição da solução injetada e também a extração superficial de proteínas miofibrilares. Este tratamento faz com que ocorra a adesão dos pedaços de carne durante o cozimento. Durante esta etapa, a carne é deixada *maturando ou curando* em baixa temperatura (em torno de 5°C, por 12 horas ou mais), para propiciar uma melhor extração e solubilização de proteínas.

- **Acondicionamento à Vácuo**

Após o massageamento/tombamento e maturação, as peças de pernil suíno, juntamente com as proteínas extraídas e solubilizadas, são acondicionadas em embalagens plásticas termoformadas, do tipo "cook-in". Esta operação pode ser realizada manualmente, com o controle de peso das porções por embalagem, ou automaticamente, com equipamentos dosadores volumétricos, que preenchem as embalagens. Após o enchimento, aplica-se vácuo e as embalagens são seladas termicamente.

- **Enformagem**

As peças de carne embaladas são colocadas manualmente em formas metálicas, que são prensadas e fechadas para o cozimento.

- **Cozimento**

As formas metálicas, carregadas e fechadas, são colocadas em estufas a vapor ou em tanques de cozimento com água quente, onde permanecem por um tempo que vai depender do peso do produto, suficiente para que a temperatura no centro térmico do produto atinja 72°C, fazendo com que ocorra a coagulação das proteínas, destruição de microorganismos, desenvolvimento de aroma e sabor e a fixação de cor do produto.

- **Resfriamento**

Após o cozimento, as formas são resfriadas imediatamente com jatos de água gelada ou por imersão em um tanque de salmoura ou água gelada, com recirculação.

- **Desenformagem**

Quando estão frias o suficiente (em torno de 5°C), as formas metálicas são abertas, as peças de presunto são retiradas, permanecendo na sua embalagem de cozimento e seguem para receberem uma embalagem secundária. As formas são reutilizadas após sua lavagem.

- **Embalagem**

A embalagem de cozimento das peças de presunto não é removida. A embalagem secundária deve ser feita com filmes plásticos ou laminados de forma que, além das funções normais das embalagens, proteja o produto da incidência de luz, evitando a perda da cor e sua oxidação.

- **Refrigeração**

Após embalagem, as peças de presunto são acondicionadas em câmaras frias, sob condições de temperatura controlada (2 a 4°C), onde ficam em estoque, aguardando sua expedição para o mercado.

## 2.1.4 Lingüiças (frescal e defumada) e Paio

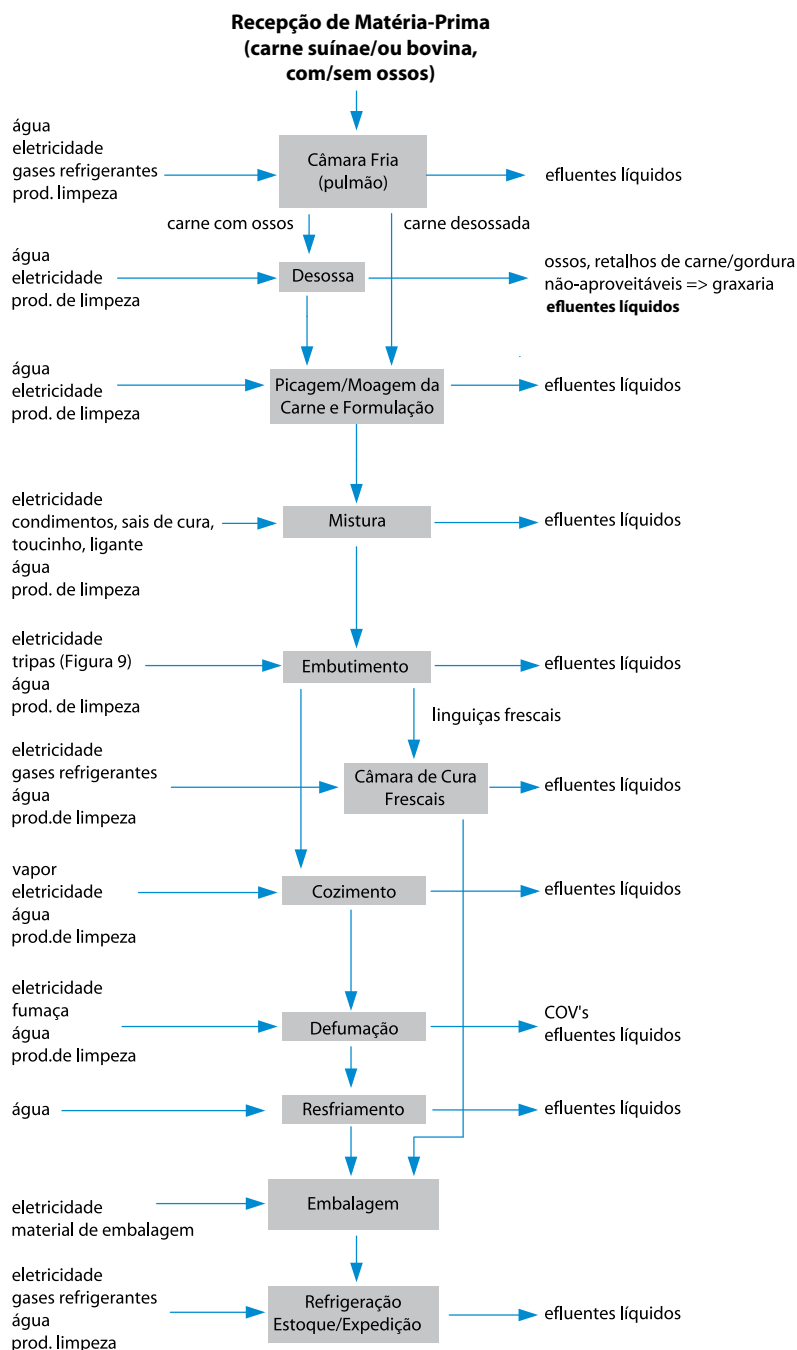


Figura 8 - fluxograma básico de produção de lingüiças e de paio

De maneira geral, de acordo com a formulação de cada produto (tipo de lingüiça), procede-se à elaboração de um lote de determinado tamanho, de acordo com as instalações de processo. São feitas pesagens da carne (bovina e/ou suína) e de todos os ingredientes e aditivos necessários a este lote. Dependendo da formulação, incluem-se ingredientes de cura, temperos ou condimentos, toucinho devidamente picado e ligantes (PTS, por exemplo).

As operações de *Recepção de Matéria-Prima* e de *Desossa* são similares àquelas já descritas para salsicha, mortadela e presunto. Caso a carne chegue congelada, seu descongelamento normalmente é realizado nas câmaras frias de estoque de matéria-prima, antes de seu processamento.

- **Picagem/Moagem da Carne e Formulação**

A carne é picada e/ou moída, com auxílio de equipamentos do tipo moedores. As pesagens de um mesmo lote são identificadas e mantidas juntas, para a sequência do processo. Por vezes, são colocadas dentro de um “container” móvel, com identificação do lote.

- **Mistura**

A carne picada e/ou moída, bem como os ingredientes do lote do produto, vão sendo adicionados em um equipamento misturador, onde permanecem por tempo suficiente para a completa mistura e incorporação de todos os ingredientes da formulação.

- **Embutimento**

A mistura pronta é transferida para a embutideira e embutida em tripas próprias aos tipos de lingüiças formuladas (tripa suína ou de celulose), com calibres específicos. No caso de tripas suínas, ocorre uma preparação prévia, na qual as tripas são enxaguadas, para remoção de sal e hidratação; em seguida, elas são colocadas em tubos, operação chamada de corrugação, de acordo com o calibre necessário para o embutimento do produto (figura 9).

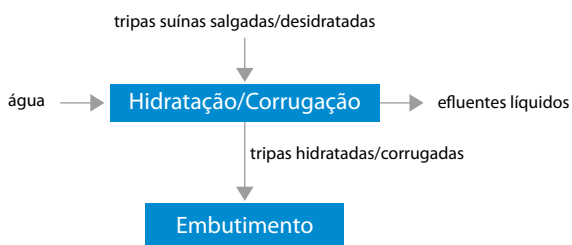


Figura 9 – preparação das tripas suínas para o embutimento

- **Câmara de Cura – Lingüiças Frescais**

Após o embutimento, as lingüiças frescais são encaminhadas para as câmaras de cura para produtos frescais, onde permanecem a uma temperatura em torno de 6°C pelo tempo suficiente para o desenvolvimento das características desejadas (de 4 a 12 horas). Depois, seguem para a embalagem.

- **Cozimento**

Para fabricação de lingüiças cozidas e defumadas, as lingüiças são levadas do

embutimento para as câmaras ou estufas de cozimento, aquecidas normalmente com vapor d'água, onde permanecem por um tempo que é determinado pelo tipo e pela quantidade de cada produto. O processo de cozimento consiste de um aquecimento progressivo do produto, iniciando-se com a temperatura da estufa em torno de 55°C e finalizando-se o cozimento em torno de 82°C, de forma que a temperatura do ponto mais frio do produto atinja 72°C.

- **Defumação**

Para fabricação de lingüiças cozidas defumadas, realiza-se o processo de defumação de forma similar àquela descrita para salsichas e mortadelas.

- **Resfriamento**

Após o cozimento (e defumação, se ocorrer), as peças do produto são resfriadas com jatos de água fria ou à temperatura ambiente, até que a temperatura do ponto mais quente do produto atinja cerca de 40°C.

- **Embalagem**

Uma vez terminado o processo de fabricação, as lingüiças frescas e as cozidas/defumadas seguem para a seção de embalagem, que pode ser específica para cada tipo de produto. Pode ser utilizada a embalagem à vácuo, de uma forma geral e em seguida, embalagem secundária de papelão.

- **Refrigeração**

Após a embalagem, as lingüiças são acondicionadas em câmaras frias (principalmente as frescas), sob condições de temperatura controlada, onde ficam em estoque, aguardando sua expedição para o mercado.

O paio passa por processo de fabricação idêntico ao das lingüiças cozidas e defumadas.

## **2.2 Processamentos Derivados (subprodutos e resíduos) em Graxarias**

As graxarias são unidades de processamento normalmente anexas aos matadouros ou frigoríficos, mas também podem ser autônomas. Elas utilizam subprodutos ou resíduos das operações de abate e de limpeza das carcaças e das vísceras, sangue, partes dos animais não comestíveis e aquelas condenadas pela inspeção sanitária, ossos e aparas de gordura e carne da desossa, além de resíduos de processamento ou industrialização da carne, para produção de farinhas ricas em proteínas, gorduras e minerais (usadas em rações animais e em adubos) e de gorduras ou sebos (usados em sabões e em outros produtos derivados de gorduras). Há graxarias que também produzem sebo e/ou o chamado adubo organo-mineral somente a partir dos ossos, normalmente recolhidos em açougues. Estas unidades industriais são tratadas em documento específico da "Série P+L" da CETESB, e portanto não são objeto deste documento.

## **2.3 Processos de Limpeza e Higienização**

Todos os equipamentos de processo, "containers", etc., devem ser limpos e higienizados várias vezes durante o dia e após o encerramento do dia de trabalho, como preparação para o dia seguinte. Estas operações de limpeza e desinfecção são normalmente regulamentadas pelas autoridades sanitárias responsáveis pela fiscalização das indústrias alimentícias. Além disso, também por motivos de higiene, muitos operadores de abate-

douros e frigoríficos lavam as áreas de processo com água quente durante paradas de produção. Uma rotina típica de limpeza em um frigorífico é descrita na sequência.

- Pequenas aparas ou fibras de carne e de gordura, resíduos que caem no piso das áreas de processo são removidos com rodos ou escovões, recolhidos com pás e colocados em recipientes específicos, sendo destinados para as graxarias ou para outra finalidade. Em algumas empresas, estes resíduos são removidos e arrastados com jatos de água para os drenos ou canaletas, que podem ou não ser providas de grades, telas ou cestos para retê-los. Algumas áreas também são lavadas levemente com jatos de água, a intervalos de tempo regulares, durante o turno de produção, bem como algumas grades, telas ou cestos de drenos são limpos ou esvaziados para “containers” de resíduos. É comum o uso de telas, grades ou cestos com aberturas de 4mm e em algumas unidades produtivas, pode-se encontrar dispositivos com malhas montadas em dois estágios – o primeiro com malha mais aberta e o segundo, com malha mais fechada, para capturar resíduos menores;
- Ao final de cada turno de produção, todas as áreas de processo e equipamentos são primeiramente enxaguados, usando-se água de mangueiras com baixa pressão e os resíduos de todas as grades ou cestos de drenos são removidos e dispostos em “containers”. A seguir, aplica-se uma solução diluída de um detergente apropriado, na forma de espuma, sobre todas as superfícies e equipamentos;
- Após cerca de 20 minutos, as superfícies e equipamentos são enxaguados com água quente à alta pressão; em algumas empresas, após o enxágüe final, uma solução bem diluída de um composto sanitizante ou desinfetante é espalhada, como “spray”, nas superfícies enxaguadas, deixando-se que seque naturalmente sobre elas.

Em muitos frigoríficos, os ganchos de transporte, correntes, bandejas, “containers”, outros utensílios e equipamentos são limpos e higienizados de forma semelhante. Em algumas unidades, alguns utensílios e equipamentos ficam imersos em soluções sanitizantes, após sua limpeza.

Somente agentes de limpeza com grau alimentício podem ser utilizados. Existe uma grande variedade de insumos de limpeza disponíveis. Alguns possuem formulação química tradicional, utilizando-se de produtos tensoativos e sanitizantes comuns (por exemplo, à base de alquil-benzeno-sulfonatos e de hipoclorito de sódio, respectivamente), alguns utilizam princípios ativos mais complexos e outros são de base biotecnológica (com enzimas, por exemplo). Há produtos formulados para situações específicas, para algum problema de limpeza difícil, enquanto outros são direcionados para usos diversos.

De forma geral, o nível de limpeza e higienização alcançado depende de uma combinação de vários fatores: tipos e quantidades de agentes de limpeza utilizados, tempo de ação destes produtos, quantidade e temperatura da água e o grau de ação mecânica aplicada, seja via pressão da água ou via equipamentos manuais, como esponjas, escovas, vassouras e rodos. Normalmente, quando a ação ou a intensidade de um destes componentes é diminuída, a de algum outro deve ser aumentada para que se atinja um mesmo resultado na limpeza (compensação). No entanto, a recíproca também pode ser verdadeira: por exemplo, se a pressão da água é aumentada, sua quantidade



pode ser reduzida. Porém, aumento da pressão da água pode afetar o ambiente de trabalho, pelo aumento de ruído e formação de aerossóis, que podem eventualmente danificar equipamentos elétricos ou causar contaminação de produtos. Desta forma, sendo desejável a diminuição do consumo de água, cuidados devem ser tomados para minimizar eventuais consequências indesejadas, viabilizando ações como esta.

Quando se realiza uma revisão dos agentes de limpeza usados em frigoríficos, é comum descobrir que a mudança ou substituição de algum deles por outro mais apropriado pode reduzir a quantidade de produtos de limpeza a serem utilizados e em alguns casos, até melhorar os padrões atuais de higiene. Outro fato comum é verificar uso de quantidades de produtos maiores do que as necessárias, principalmente quando as dosagens destes produtos são manuais. Dosagens automáticas, uma vez reguladas adequadamente, eliminam o uso adicional ou desperdício destes produtos, diminuindo seu impacto ambiental potencial e custos com sua aquisição, além de contribuírem para condições mais seguras de trabalho, pois minimizam o manuseio e a exposição dos trabalhadores a substâncias perigosas. De qualquer forma, treinamento e supervisão do pessoal de operação são essenciais. Portanto, freqüentemente há oportunidades de redução de impacto ambiental dos agentes de limpeza através de sua seleção, substituição e aplicação adequadas.

Também é prática comum do pessoal responsável pela limpeza e higienização de frigoríficos, remover as grades, telas ou cestos dos drenos e direcionar os resíduos diretamente para eles, acreditando que um outro cesto gradeado mais à frente ou um peneiramento posterior reterá estes resíduos. No entanto, o que normalmente ocorre é que estes resíduos, uma vez nas linhas de efluentes das empresas, estão sujeitos a turbulências, bombeamentos, fricções, impactos mecânicos e aquecimentos (em contato com eventuais descargas quentes), o que provoca sua fragmentação, gerando mais substâncias em suspensão e em solução com alta carga orgânica, *que não são mais retidas por gradeamentos e peneiramentos*. Esta quebra dos resíduos é ainda mais acentuada se água quente for utilizada para transportá-los. Isto certamente aumentará o custo do tratamento dos efluentes líquidos da unidade industrial.

Uma revisão dos procedimentos de limpeza e higienização pode também identificar se há um uso excessivo de energia para aquecer água e eventuais consumos altos e desnecessários de água.

2.4 Processos Auxiliares e de Utilidades

A figura a seguir resume os principais processos auxiliares e de utilidades para a produção, que podem ser encontrados em frigoríficos.

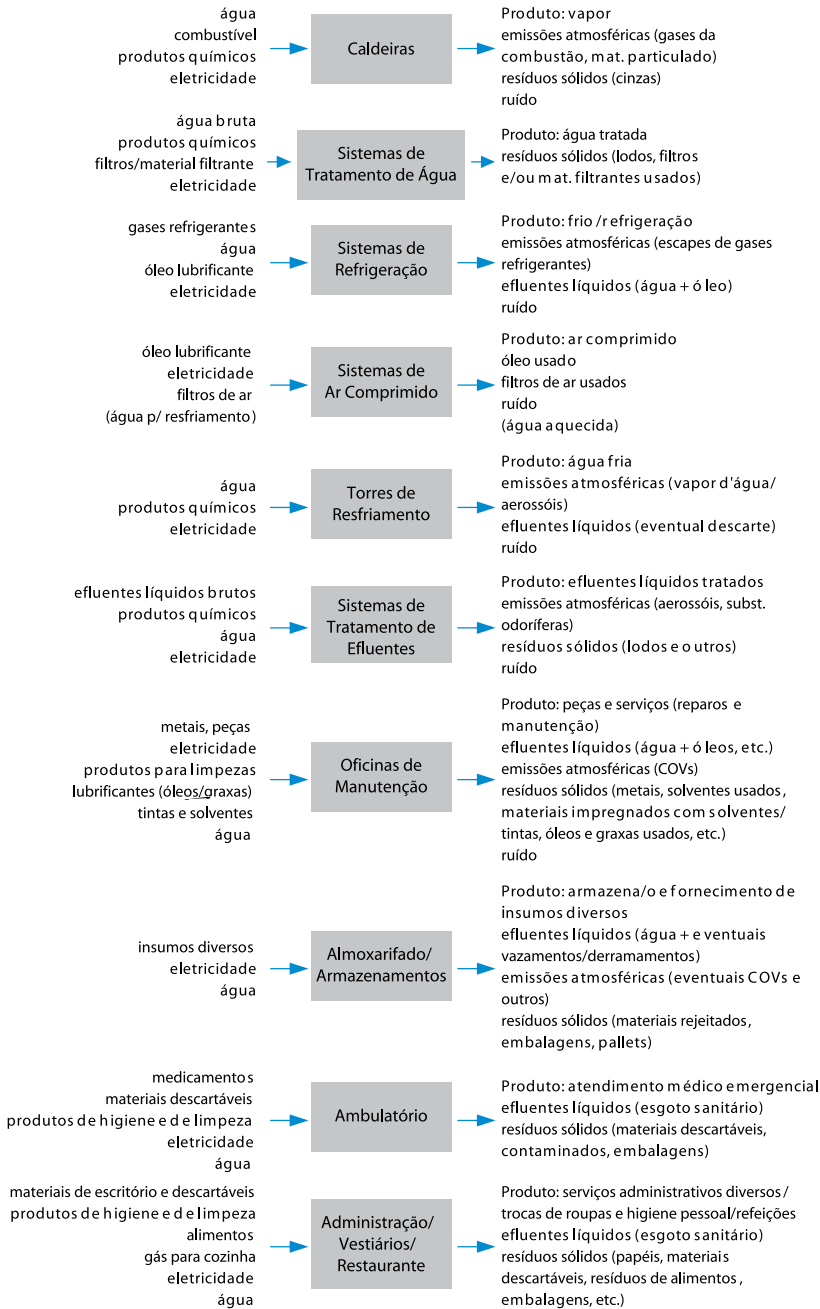


Figura 10 - operações auxiliares e de utilidades para a produção, que podem ser encontradas em frigoríficos





An abstract graphic featuring a black and white halftone dot pattern. The dots are arranged in a way that creates a sense of depth and movement, with some areas being more densely packed than others. The pattern is set against a solid blue background that occupies the top and bottom portions of the page.

## **3. Aspectos e 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 meio ambiente, como emissões atmosféricas, resíduos, efluentes líquidos, consumo de matérias primas, energia, água, entre outros. Os impactos ambientais são os *efeitos* ou *consequências* das interações entre os aspectos ambientais e o meio 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)  $\Leftrightarrow$  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.

### 3.1 Consumo de Água

Padrões de higiene das autoridades sanitárias em áreas críticas dos frigoríficos, resultam no uso de grande quantidade de água. Os principais usos de água são para:

- 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 principal fator que afeta o volume de água consumido são as práticas de lavagem. Em geral, plantas para exportação têm práticas de higiene mais rigorosas. 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.

O consumo de água varia bastante de unidade para unidade em função de vários aspectos: tipo de unidade (frigorífico com/sem abate, com/sem graxaria, etc.), tipos de equipamentos e tecnologias em uso, “lay-out” da planta e de equipamentos, procedimentos operacionais, etc.

Na fabricação dos derivados de carnes, podem ocorrer consumos significativos de água, tanto nos processos de limpeza dos equipamentos e das próprias plantas produtivas, como na forma de utilidade ou água de processo – para resfriamento de produtos após cozimentos, por exemplo, e pode-se ter variações significativas no consumo de água, em função do tipo de produto e das práticas operacionais de cada unidade produtiva. Alguns exemplos de consumo de água estão nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – consumo de água na fabricação de alguns produtos de carne

Empresa	Produto	Consumo de Água (l/t produto, relativo à produção total)
A	Charque	2.900
B	Mortadela/Lingüiça/ Presunto/Apresuntado	2.000
C	Lingüiça/Salsicha	5.000

Fonte: empresas do setor (CETESB, 2006)

Tabela 2 – alguns dados de consumo de água em instalações de industrialização da carne, para 1t de alguns produtos

Produto	Consumo de Água (l/t)
Presunto cozido	4.000 – 18.000
Presunto curado	2.000 – 20.000
Carne enlatada	10.000 – 18.000
Produtos em conserva (1)	10.000 – 20.000

(1) lingüiças, presuntos, bacon, etc.

Fonte: Itália, 2001 apud IPPC, 2006

### 3.2 Consumo de Energia

Energia térmica, na forma de vapor e água quente, é usada para esterilização e limpeza nos frigoríficos. Se há *graxarias anexas* aos frigoríficos, o uso de energia térmica também é significativo nestas unidades, na forma de vapor - no cozimento, digestão ou secagem das matérias-primas. Eletricidade é utilizada na operação de máquinas e equipamentos, e substancialmente para refrigeração. Produção de ar comprimido, iluminação e ventilação também são consumidoras de eletricidade nos frigoríficos.

Assim como o consumo de água, o uso de energia para refrigeração e esterilização é importante para garantir qualidade e segurança dos produtos destas indústrias – temperaturas de armazenamento dos produtos, por exemplo, são especificadas por regulação das autoridades sanitárias.

O consumo de energia depende, entre outros aspectos, do tipo de frigorífico, da extensão de processamento da carne e da presença ou não de graxaria na unidade industrial.

A produção de carne enlatada, por exemplo, normalmente usa bastante energia térmica, necessária principalmente para o cozimento da carne e para a esterilização da carne já enlatada. A tabela 3 mostra um dado de consumo de energia para esta produção.

Produto	Energia elétrica (kWh/t)	Energia térmica (kg vapor/t)
Carne enlatada	150-400	800-900

Fonte: Itália, 2001 apud IPPC, 2006

O tratamento biológico aeróbio dos efluentes líquidos também pode implicar em consumo significativo de energia elétrica, principalmente nos sistemas com aeração intensa (lodos ativados), se ar comprimido for a fonte de oxigênio para o tratamento. Ressalta-se que quanto maior a carga orgânica na entrada deste sistema aeróbio, maior a necessidade de oxigênio e, portanto, de energia elétrica para ar comprimido.

### 3.3 Uso de Produtos Químicos

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.

Detergentes alcalinos dissolvem e quebram proteínas, gorduras, carboidratos e outros tipos de depósitos orgânicos, porém eles podem ser corrosivos, e neste caso, algum inibidor de corrosão pode ser adicionado aos produtos. Frequentemente estes detergentes contêm hidróxido de sódio ou potássio, e seu pH varia de 8 a 13, em função de sua composição e de seu grau de diluição para uso.

Detergentes ácidos são utilizados para dissolver depósitos de óxido de cálcio. Ácidos nítrico, clorídrico, acético e cítrico são comumente utilizados como bases destes detergentes. Seu pH é baixo, função de sua composição, são corrosivos e normalmente têm algumas propriedades desinfetantes.

Os detergentes contêm 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. Produzem micelas para facilitar a emulsificação de gorduras. Incluem sabões e detergentes sintéticos. No caso da indústria da carne, é importante que estas substâncias sejam biodegradáveis nos sistemas de tratamento de efluentes biológicos, comuns nesta indústria. O nonil-fenol-etoxilato (NPE), comum em detergentes, pode ser quebrado para exercer suas propriedades surfactantes, porém alguns compostos derivados são estáveis e normalmente tóxicos e assim, indesejável como componente de detergentes para a indústria da carne e alimentícia, em geral. Os alquil-benzeno-sulfonatos lineares (LAS), outro tensoativo comum, também representam potenciais problemas ambientais; eles são tóxicos para organismos de ambientes aquáticos e não podem ser quebrados ou degradados em ambientes anaeróbios, por exemplo;
- *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 micro-organismos 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. Mas dependendo do sistema de tratamento instalado, estes e outros compostos presentes nos detergentes e desinfetantes não são removidos ou degradados e também podem causar distúrbios no sistema. Alguns resíduos de detergentes permanecem nos lodos das estações de tratamento de efluentes, o que pode limitar as opções de disposição final destes lodos.

Na industrialização da carne, pode-se fazer uso de sais e de 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. Nas formulações de produtos, também pode-se ter aditivos ou ingredientes como PTS (proteína texturizada de soja), gelatina, amido, etc. Peças de carne também podem ser tratadas com enzimas de origem vegetal ou fúngica, para obtenção de texturas específicas nos produtos. Em processos de defumação de produtos de carne, um dos métodos emprega a chamada “fumaça líquida”, que é uma solução aquosa de um líquido produzido pela destilação fracionada do condensado de vapores e gases provenientes da queima de madeira. Na sua composição, há hidrocarbonetos poli-aromáticos, compostos fenólicos diversos, nitritos, etc.

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 anti-incrustantes, 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 (ex.: de caldeiras):* álcalis, como soda cáustica;
- *Manutenção:* podem ser utilizados solventes orgânicos, óleos e graxas lubrificantes e tintas.

### 3.4 Efluentes Líquidos

#### 3.4.1 Aspectos e Dados Gerais

Em frigoríficos, assim como em vários tipos de indústria, alto consumo de água acarreta grandes volumes de efluentes - 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido (UNEP; DEPA; COWI, 2000). Estes efluentes caracterizam-se principalmente por:

- Alta carga orgânica;
- 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;
- Teores significativos de sais diversos de cura e, eventualmente, de compostos aromáticos diversos (no caso de processos de defumação de produtos de carne);
- Flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Desta forma, os despejos de frigoríficos possuem altos valores de DBO<sub>5</sub> (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio) – parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes -, 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 quanto mais alta for a temperatura ambiente. Os efluentes de graxarias, se existirem na unidade industrial, também apresentam altas DBO<sub>5</sub> e DQO. O sangue tem a DQO mais alta de todos os efluentes líquidos gerados no processamento de carnes. Sangue líquido bruto tem uma DQO em torno de 400g/l, uma DBO<sub>5</sub> de aproximadamente 200g/l e uma concentração de nitrogênio de cerca de 30g/l.

Na fabricação de derivados de carne, estão incluídas diversas operações que geram despejos contendo sangue, tecidos, gorduras e outras substâncias. As perdas de soluções de cura, contendo grandes quantidades de sais e outros produtos (como dextrose e outros), contribuem para os despejos principalmente com matéria orgânica, cloretos, nitratos e nitritos. Além disto, as operações de limpeza e sanitização agregam substâncias derivadas dos detergentes e sanitizantes aos efluentes líquidos. Uma estimativa de carga orgânica em águas residuárias de uma indústria de processamento de carnes, incluindo corte e desossa da matéria-prima, é de 5,2 a 6,7kg DBO<sub>5</sub> /t peso vivo (CETESB, 1993). A tabela 4 mostra alguns dados de cargas poluentes geradas em instalações de industrialização da carne.

Vazão dos efluentes (m³/t peso vivo)	DBO <sub>5</sub> (kg/t peso vivo)	Sólidos Suspensos (kg/t peso vivo)	Óleos e Graxas (kg/t peso vivo)	Nitrogênio Total (N, Kjeldahl - kg/t peso vivo)	Cloretos (Cl-, kg/t peso vivo)	Fósforo Total(P, kg/t peso vivo)	Ph
4,8 – 6,7	5,2 – 6,7	2,1 – 6,3	1,6 – 6,1	0,3	-	0,07	6,0 – 8,0

Fonte: CETESB, 1993

Outros dados de carga orgânica dos efluentes líquidos podem ser vistos na Tabela 5,

para alguns produtos de carne bovina e suína.

Produto	Carga orgânica dos efluentes (kg DQO/t)
Presunto cozido	10-21
Presunto curado, carne enlatada, produtos em conserva (1)	20-25

(1) lingüiças, presuntos, bacon, etc.

Fonte: Itália, 2001 apud IPPC, 2006

Alguns processos podem gerar efluentes líquidos específicos. Na produção de carne enlatada, por exemplo, a operação de cozimento da carne pode ser feita pelo seu contato direto com água quente ou com vapor, antes do seu acondicionamento nas latas. Isto produz águas residuais contendo gordura, proteína e fragmentos de carne. A lavagem das latas, antes e após seu enchimento, também produz efluentes líquidos com carga orgânica.

A operação de *defumação* em si, não gera efluente líquido. Porém, caso haja algum sistema de lavagem de gases emitidos desta operação ou derramamentos de fumaça líquida, assim como nas operações de limpeza (normalmente alcalina) das instalações onde ocorre a defumação, substâncias da fumaça são agregadas aos efluentes líquidos: hidrocarbonetos poli-aromáticos, fenóis, nitritos, etc. Um exemplo de algumas características de águas geradas em operações de limpeza de instalações de defumação (IPPC, 2006):

- DQO: 20.000 – 100.000mg/l;
- PH: 12-14;
- Índice de fenol: 20 – 480mg/l;
- Hidrocarbonetos poli-aromáticos (PAH): 1 – 5mg/l.

### 3.4.2 Processos Auxiliares e de Utilidades

Pode-se citar também algumas fontes secundárias de efluentes líquidos, com volumes pequenos e mais esporádicos em relação aos efluentes industriais principais. Por exemplo:

- Água de lavagem de gases das caldeiras, descartada periodicamente (contendo sais, fuligem e eventuais substâncias orgânicas da combustão);
- Águas de resfriamento, de circuitos abertos ou eventuais purgas de circuitos fechados (contendo sais, biocidas e outros compostos);
- Águas de lavagens de outras áreas, além das produtivas – oficinas de manutenção e salas de compressores (que podem conter óleos e graxas lubrificantes, solventes, metais etc.), almoxarifados e áreas de armazenamento (que podem conter pro-ductos químicos diversos, de vazamentos ou derramamentos acidentais);
- Esgotos sanitários ou domésticos, provenientes das áreas administrativas, vestiários, ambulatório e restaurantes.

### 3.4.3 Tratamento dos Efluentes Líquidos de Frigoríficos

Para minimizarem os impactos ambientais de seus efluentes líquidos industriais e atenderem às legislações ambientais locais, os frigoríficos devem fazer o tratamento destes efluentes. Este tratamento pode variar de empresa para empresa, mas um sistema de tratamento típico do setor possui as seguintes etapas:

- *Tratamento primário*: para remoção de sólidos grosseiros, suspensos sedimentáveis e flotáveis, principalmente por ação físico-mecânica. Geralmente, empregam-se os seguintes equipamentos: grades, peneiras, para remoção de sólidos grosseiros; na seqüência, caixas de gordura (com ou sem aeração) e/ou flotores, para remoção de gordura e outros sólidos flotáveis; em seguida, sedimentadores, peneiras (estáticas, rotativas ou vibratórias) e flotores (ar dissolvido ou eletroflotação), para remoção de sólidos sedimentáveis, em suspensão e emulsificados – sólidos mais finos ou menores;
- *Equalização*: realizada em um tanque de volume e configuração adequadamente definidos, com vazão de saída constante e com precauções para minimizar a sedimentação de eventuais sólidos em suspensão, por meio de dispositivos de mistura. Permite absorver variações significativas de vazões e de cargas poluentes dos efluentes líquidos a serem tratados, atenuando picos de carga para a estação de tratamento. Isto facilita e permite otimizar a operação da estação como um todo, contribuindo para que se atinja os parâmetros finais desejados nos efluentes líquidos tratados;
- *Tratamento secundário*: para remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsificados, principalmente por ação biológica, devido à característica biodegradável do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário, após equalização. Nesta etapa, há ênfase nas lagoas de estabilização, especialmente as anaeróbias. Assim, como possibilidades de processos biológicos *anaeróbios*, pode-se citar: as lagoas anaeróbias (bastante utilizadas), processos anaeróbios de contato, filtros anaeróbios e digestores anaeróbios de fluxo ascendente. Com relação a processos biológicos aeróbios, pode-se ter processos *aeróbios* de filme (filtros biológicos e biodiscos) e processos aeróbios de biomassa dispersa (lodos ativados - convencionais e de aeração prolongada, que inclui os valos de oxidação). Também é bastante comum observar o uso de lagoas fotossintéticas na seqüência do tratamento com lagoas anaeróbias. Pode-se ter, ainda, tratamento anaeróbio seguido de aeróbio;
- *Tratamento terciário (se necessário, em função de exigências técnicas e legais locais)*: realizado como “polimento” final dos efluentes líquidos provenientes do tratamento secundário, promovendo remoção suplementar de sólidos, de nutrientes (nitrogênio, fósforo) e de organismos patogênicos. Podem ser utilizados sistemas associados de nitrificação-desnitrificação, filtros e sistemas biológicos ou físico-químicos (ex.: uso de coagulantes para remoção de fósforo).

Quando há *graxaria* anexa ao frigorífico, pode-se ter variações como tratamento primário individualizado dos efluentes da graxaria e posterior mistura do efluente primário no tanque de equalização geral da unidade; mistura do efluente bruto da

graxaria aos efluentes brutos do frigorífico, na entrada de seu tratamento primário, entre outras.

### 3.5 Resíduos Sólidos

Muitos resíduos de frigoríficos podem causar problemas ambientais graves se não forem gerenciados adequadamente. A maioria é altamente putrescível e, por exemplo, pode causar odores se não processada rapidamente nas graxarias anexas ou removida adequadamente das fontes geradoras no prazo máximo de um dia, para processamento adequado por terceiros.

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.

Na industrialização da carne, gera-se resíduos como aparas de carne e gorduras, restos de emulsões, sal usado, plásticos, papelão e cinzas (de defumação). A tabela 6 a seguir mostra alguns dados quantitativos para alguns produtos de carne.

Tabela 6 – quantidade de resíduos sólidos na produção de alguns derivados de carne  
(base: 1t de produto)

Produto	Resíduos Sólidos
Carne enlatada	20-30
Presunto curado, produtos em conserva (1)	35-50

(1) lingüiças, presuntos, bacon, etc.

Fonte: Itália, 2001 apud IPPC, 2006

Alguns resíduos sólidos gerados nas operações auxiliares e de utilidades também precisam ser considerados e adequadamente gerenciados para minimizar seus possíveis impactos ambientais. Pode-se destacar os seguintes resíduos:

- 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.

No caso de *graxarias* anexas aos frigoríficos, estas praticamente não geram resíduos sólidos em seus processos produtivos – eventuais perdas residuais são reincorporadas no processo (reúso interno); algumas embalagens de produtos da graxaria e de insumos

auxiliares podem ser considerados como resíduos sólidos; quanto aos resíduos de operações auxiliares e de utilidades, citados acima, as *graxarias anexas* normalmente compartilham destas mesmas operações instaladas para os frigoríficos, dando apenas sua parcela de contribuição na geração de resíduos destas unidades.

O manejo, armazenamento e a disposição inadequados, tanto dos resíduos principais da produção, quanto destes resíduos secundários – por exemplo, em áreas descobertas e/ou sobre o solo sem proteção e/ou sem dispositivos de contenção de líquidos – podem contaminar o solo e as águas superficiais e subterrâneas, tornando-os impróprios para qualquer uso, bem como gerar problemas de saúde pública.

### 3.6 Emissões Atmosféricas e Odor

Nos frigoríficos, em geral, os poluentes atmosféricos são gerados pela queima de combustíveis nas caldeiras que produzem vapor para os processos produtivos - seja para os processos principais ou para as graxarias, caso estejam anexas aos frigoríficos. Neste caso, óxidos de enxofre e de nitrogênio e material particulado são os principais poluentes a considerar.

Há também o potencial de liberação de gases refrigerantes dos sistemas de refrigeração que servem as câmaras frias, devido a perdas fugitivas ou acidentais. Gases à base de CFCs (cloro-fluor-carbonos) são prejudiciais à camada de ozônio da atmosfera.

Um problema que pode ser muito sério para os frigoríficos, é o *odor* ou a *emissão de substâncias odoríferas* - gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e várias outras substâncias contendo enxofre (mercaptanas, etc.), bem como diversos compostos orgânicos voláteis (COV's). Uma vez que as operações destas indústrias envolvem a geração e o manuseio de materiais altamente putrescíveis, a origem destas substâncias está principalmente no gerenciamento inadequado destes materiais, incluindo o dos efluentes líquidos industriais. Por exemplo, sistemas de tratamento de efluentes inadequados e/ou com dimensionamento incompatível com as cargas a serem tratadas e/ou mal operados (com choques de carga, operação deficiente, etc.), certamente gerarão substâncias odoríferas em quantidades muito superiores àquelas já geradas em condições controladas e adequadas de operação.

Da mesma forma, o manuseio incorreto dos vários resíduos sólidos gerados (materiais para graxarias, lodos das estações de tratamento de efluentes, etc.), que normalmente envolve acondicionamento inadequado e/ou tempo excessivo entre sua geração e sua destinação ou processamento, acarreta a formação e emissão de várias substâncias odoríferas.

Na industrialização da carne, o cozimento e principalmente a defumação são etapas de processo que normalmente emitem substâncias odoríferas e estas tornam-se problemáticas se incomodam a população no entorno da unidade produtiva. Muitas empresas têm que tratar estas emissões, por meio de métodos de abatimento destas substâncias, utilizando, por exemplo, lavagem de gases e/ou sua incineração (uso de "pós-queimadores"), após sua captação.

Particularmente nas operações de eventuais graxarias anexas, além do manuseio e eventual armazenagem da matéria-prima, o próprio processo de cozimento ou digestão do material é uma fonte significativa de substâncias responsáveis por odor (COVs, etc.).

### 3.7 Ruído

As principais fontes de ruído nos frigoríficos são:

- Setores de recebimento e expedição: movimentação de veículos (cargas e descargas);
- Operações de corte com serras elétricas;
- Operação de produção de frio (refrigeração) - compressores;
- Operação de produção de vapor (setor de caldeiras);
- Operação de concentração de proteínas/caldos em evaporadores múltiplo-efeito.

Do ponto de vista de impacto ambiental, o ruído passa a ser um problema quando incomoda a população que vive no entorno das unidades produtivas.





An abstract graphic featuring a black and white halftone dot pattern. The dots are arranged in a way that creates a sense of depth and movement, with some areas being more densely packed than others. The pattern is set against a solid blue background that occupies the top and bottom portions of the image.

## **4. Medidas de Produção mais Limpa (P+L)**

De forma geral, pode-se dizer que a principal estratégia para P+L efetiva nos frigoríficos, é:

**“Coletar e separar todo material orgânico secundário (que não seja produto direto), gerado ao longo do processo produtivo, da forma mais abrangente e eficiente possível, evitando que se juntem aos efluentes líquidos, e maximizar o seu aproveitamento ambientalmente adequado, com o menor uso possível de insumos e recursos (água, energia, etc.).”**

As medidas e técnicas de P+L apresentadas a seguir constituem um apanhado geral do que se encontrou em literatura especializada sobre o assunto, bem como do que se observou em visitas técnicas a algumas empresas deste setor industrial. Portanto, algumas delas já são realizadas por uma série de empresas, que compreenderam e comprovaram sua efetividade e seus benefícios. No entanto, esta publicação não esgota o assunto: a pesquisa e as visitas têm seus limites e certamente outras medidas de P+L podem ser identificadas e/ou desenvolvidas pelo próprio setor produtivo, em função de seu conhecimento e de sua experiência. Além disso, como é natural ao longo do tempo, novas idéias, técnicas e tecnologias que levam a uma P+L, vão surgindo e certamente devem ser consideradas oportunamente.

**OBSERVAÇÃO IMPORTANTE: é comum as medidas de P+L trazerem benefícios significativos, em termos de melhoria de desempenho ambiental e de ganhos econômicos. No entanto, quando se trata de setores da indústria alimentícia, é importante verificar que estas medidas não coloquem em risco a segurança dos produtos da empresa. Recomenda-se que as iniciativas de P+L considerem esta questão e que elas sejam discutidas com as autoridades sanitárias responsáveis pela fiscalização da empresa. Sugere-se, portanto, que a viabilização de medidas de P+L seja conduzida sempre em consenso com as autoridades sanitárias.**

O foco das ações de P+L deve direcionar-se, preferencialmente, aos aspectos ambientais mais significativos, que possuem os maiores impactos ambientais. No caso de frigoríficos, o consumo de água, o volume e a carga dos efluentes líquidos e o consumo de energia são os principais, seguidos de resíduos sólidos e de emissão de substâncias odoríferas.

#### **4.1 Uso Racional de Água**

Antes de tudo, é importante implementar de forma efetiva e consolidada, a *medição confiável* do consumo de água da empresa. Deve-se medir o consumo total e o consumo em alguns pontos do processo onde o uso de água é significativo. Isto implica em aspectos como:

- Seleção e aquisição de medidores adequados (com totalizadores de volume, tipo hidrômetros), de boa qualidade;
- Instalação correta, de acordo com recomendações dos fabricantes, para seu bom funcionamento;
- Garantia de aferição periódica dos medidores por entidades capacitadas e reconhecidas;
- *Rotina efetiva de leitura, registro e análise* dos dados de consumo de água

gerados pelos medidores.

Uma vez implementada esta medição, recomenda-se definir e calcular rotineiramente *indicadores* como [consumo de água/t produtos], [consumo de água/t produto X], etc. Isto feito, pode-se iniciar um gerenciamento do consumo de água mais adequado e efetivo para a empresa.

Estratégias para redução do consumo de água podem envolver soluções tecnológicas (melhorias de equipamentos e das instalações atuais ou a instalação de novos equipamentos, por exemplo). Porém, uma revisão dos procedimentos e práticas operacionais, tanto de produção como de limpeza e higienização, podem representar alguns dos ganhos e benefícios mais significativos para frigoríficos.

Seguem abaixo algumas estratégias para redução do consumo de água.

- Utilizar técnicas de limpeza a seco *o quanto for possível*, em todas as áreas, pisos e superfícies, *antes* de qualquer lavagem com água – em todas as áreas produtivas, incluindo as superfícies externas e internas de equipamentos de processamento de carnes (fabricação dos derivados de carne) e da graxaria (se existente). Varrição, catação e raspagem dos resíduos são técnicas possíveis. Equipamentos que recolhem resíduos à vácuo (como “aspiradores”) podem facilitar a coleta e o direcionamento destes resíduos para destinação e processamento adequados;
- Após as limpezas a seco, utilizar sistemas de alta pressão e baixo volume para fazer as lavagens com água;
- Utilizar sistemas de acionamento automático do fluxo de água (sensores de presença, por exemplo) nas estações de lavagem das mãos, de esterilização de facas e onde for adequado; pedais, botões ou outro sistema prático de acionamento mecânico são opções possíveis;
- Esterilizadores de facas e outros equipamentos – caso funcionem na unidade: utilizar o mínimo fluxo de água quente necessário e controlado e dotar o equipamento de isolamento (parede dupla) ou de camisa de aquecimento (água quente ou vapor) para manter/controlar melhor a temperatura desejada; buscar métodos e/ou sistemas alternativos que possam utilizar menos água - via “spray”, ao invés de imersão, esterilizadores com ultra-som, a vapor, com ar quente conjugado, etc.;
- Dotar *todas* as mangueiras de água com gatilhos, na sua extremidade de uso, para acionamento do fluxo de água pelos operadores *somente quando necessário*; no mínimo, as válvulas para fechamento/abertura da água para mangueiras devem estar “sempre” próximas aos operadores;
- Utilizar, onde for possível ou apropriado, bocais com “sprays” (ou chuveiros, no mínimo) nos pontos de saída/uso de água, ao invés de tubos perfurados ou saídas de tubos livres; recomenda-se trocar estes bocais quando sua vazão de água alcançar cerca de 10% acima daquela de projeto; bocais feitos de aço inoxidável e nylon são mais resistentes à abrasão e, assim, duram mais;
- Utilizar circuito fechado para a água de resfriamento de carne cozida enlatada (“corned beef”);
- Instalar sistemas de limpeza CIP (“cleaning-in-place”) para equipamentos fechados – ex.: tubulações, tanques, evaporadores, cozinhadores/digestores, etc. - Para novas unidades, novas instalações, ampliações ou reformas;

Além destas sugestões, algumas alternativas de *reúso/reciclagens de água* para *consideração e avaliação*:

- Águas de sistemas de resfriamento e/ou de bombas de vácuo em circuitos abertos, de descongelamento de câmaras frias: *fechar circuitos*, onde apropriado, ou utilizar a água para lavagens de pátios ou áreas externas (ou onde possível);
- Uma parte final da água do último enxágüe do dia (após a produção): utilizar nos primeiros enxágües em lavagens do dia seguinte (ou onde possível);
- Condensados do sistema de refrigeração e da purga das caldeiras – onde possível;
- Água dos esterilizadores de facas e outros equipamentos (se existirem): para lavagens iniciais de pisos, por exemplo (ou onde possível);
- Condensados de vapor das caldeiras – retorno para as caldeiras (de cozinhadores contínuos, por exemplo), o quanto possível;
- Água da lavagem da carne após a salga seca – reúso na salmouragem (salga úmida) e/ou nesta mesma lavagem (lavagem inicial, por exemplo) – produção de charque;
- Água evaporada e condensada da concentração de caldo de carne: utilizar na alimentação dos cozinhadores de carne que geram o mesmo caldo a ser concentrado;
- Condensado do vapor de cozimento, das câmaras de cozimento a vapor (embutidos e outros produtos derivados de carne) – onde possível;
- Água das pias de lavagem das mãos: para auxiliar transporte de materiais para a graxaria (nos “chutes”) ou para os “sprays” de peneiras rotativas (na ETE), por exemplo (ou onde possível);
- Efluente tratado final: utilizar nas áreas externas, por exemplo ou onde possível.

OBS.: reúso/reciclagem de água implica em investimento inicial para segregação, coleta, armazenamento, eventual tratamento e distribuição até o ponto de utilização desta água; sua qualidade e a aplicação pretendida definem necessidade ou não de algum tratamento prévio para adequar e/ou manter esta qualidade – se não for necessário, melhor, mas às vezes, mesmo com algum tratamento, a reciclagem pode ser compensadora; assim, é necessário analisar caso a caso, considerando vantagens e desvantagens do reúso/reciclagem potencial frente à situação atual – sem reúso/reciclagem; a idéia é procurar combinações [águas disponíveis para reúso/reciclagens potenciais X aplicações potenciais] que sejam vantajosas – *sempre preservando a segurança dos produtos da empresa e consultando o órgão ambiental competente*.

Como uma orientação geral, pode-se dizer que o uso de água *potável* deve ser restrito aos pontos em que este tipo de água seja *efetivamente necessário e na quantidade necessária, sem desperdício*.

#### 4.2 Minimização dos Efluentes Líquidos e de sua Carga Poluidora

Da mesma forma que para o gerenciamento do consumo de água, a medição efetiva e rotineira das quantidades de efluentes líquidos *gerados* (efluentes brutos) e de efluentes finais emitidos pela empresa, é importante. Valem as mesmas recomendações dadas para a medição do consumo de água (medidores, registros, análise, etc.). Assim, recomenda-se *medir*, adequada e rotineiramente, *os efluentes líquidos brutos totais*

*(gerados), alguns efluentes individuais críticos (de volume e/ou carga poluente altos) e os efluentes líquidos tratados, lançados para fora da empresa.*

Neste caso, além da medição dos volumes dos efluentes, *deve-se medir ou analisar*, de forma adequada e rotineira, *as concentrações dos principais parâmetros que caracterizam estes efluentes: DBO<sub>5</sub>, DQO, óleos e graxas, nitrogênio total, cloreto, etc.* Desta forma, pode-se monitorar e avaliar as várias cargas de poluentes geradas e emitidas pela empresa, produtos das vazões de efluentes pelas suas respectivas concentrações. Assim como para a água, definir, calcular e acompanhar rotineiramente os indicadores relacionados com o abate e/ou com a produção: [volume de efluentes líquidos gerados/t produtos], [kg DQO/t produtos], [kg óleos e graxas/t produtos], etc.

Com relação à *redução da quantidade ou do volume dos efluentes líquidos*, as medidas colocadas no item anterior dão contribuição significativa – seja por redução direta do consumo de água tratada ou por redução indireta deste consumo, via reúso ou reciclagem de águas usadas.

No que se refere à *diminuição da carga poluidora dos efluentes*, a limpeza prévia e operações a seco, também citadas no item anterior, desempenham papel fundamental. A premissa ou foco principal para redução da carga poluidora dos efluentes líquidos, é:

**“Evitar, o quanto for possível, o contato matéria orgânica/água efluente – ou seja, evitar que a carga orgânica dos efluentes aumente pelo aporte de material orgânico (sangue, aparas de carne e de gordura, restos de misturas ou de emulsões, etc.). Isto implica em capturar, o quanto possível, os materiais ou resíduos antes que entrem nos drenos e canaletas de águas residuais”.**

Algumas estratégias são destacadas a seguir.

- Garantir que as áreas de eventuais estoques de matérias-primas e de resíduos sejam *cobertas e isoladas no seu entorno ou perímetro* (com canaletas de drenagem, por exemplo), para que águas pluviais não arrastem resíduos e matéria orgânica;
- Em todas as operações que geram aparas de carne, de gorduras, ligamentos e tecidos diversos (desossa, etc.), instalar dispositivos para coleta *direta* deste material (como esteiras transportadoras e/ou recipientes de coleta) e treinar os operadores para que utilizem efetivamente estes dispositivos, minimizando queda destes materiais nos pisos;
- Reforçando: fazer a limpeza prévia a seco, removendo os materiais sólidos que caem nos pisos e superfícies de instalações e equipamentos de industrialização da carne e de graxaria (se existirem), bem como do interior dos equipamentos, da forma mais rigorosa possível, *antes* de qualquer lavagem com água (*lembrar que além de reduzir carga nos efluentes, estes materiais podem transformar-se em produtos ou subprodutos!*);
- Minimizar o descarte das soluções de cura e de salmouras (da produção de charques e de presuntos, por exemplo), por meio de reúso destas soluções, do planejamento adequado da produção para o aproveitamento destas soluções e do emprego de métodos alternativos de cura menos poluentes; cuidar, também, para que não haja derramamentos acidentais destas soluções;
- Dar preferência, o quanto for possível, ao uso da fumaça líquida para a defumação de produtos, pois ao contrário dos métodos tradicionais de produção

e aplicação de fumaça, não ocorre a geração e depósito de alcatrão nas instalações de defumação, o que reduz consideravelmente a quantidade de água e de detergentes/sanitizantes necessários para a limpeza e, conseqüentemente, o volume e a carga dos efluentes líquidos;

- Utilizar métodos de cozimento de derivados de carne que eliminem ou minimizem o uso direto de água: somente vapor, ar quente e vapor, microondas, por exemplo;
- Grades ou telas perfuradas nos drenos, ralos e canaletas de águas residuais das áreas produtivas:

- Não se deve ter drenos/ralos/canaletas sem grades e telas, que retêm o material sólido e evitam que este se junte aos efluentes; operadores devem ser orientados para que não retirem as grades e telas dos drenos durante as operações de produção e de limpeza; há drenos/ralos com tampas rosqueáveis, o que desencoraja sua abertura;

- Revisar periodicamente todas elas, garantindo que estejam operando efetivamente (sem buracos maiores ou rompimentos, bem assentadas, etc.);

- Verificar se suas aberturas (malhas) são adequadas para reter efetivamente os materiais gerados no local;

- Verificar possibilidade de se instalar dispositivos com telas em cascata (tela(s) mais aberta(s) com tela(s) mais fechada(s) na seqüência);

- Remover o material retido das grades e telas o quanto for possível, dentro da rotina e periodicidade de limpeza da unidade, destinando-o adequadamente;

- Fazer o gerenciamento das *quantidades* de água e de produtos de limpeza e sanitização, visando sua otimização – usar somente as quantidades estritamente necessárias para obter os graus de limpeza e higiene requeridos. Sistemas dosadores adequadamente regulados e/ou recipientes calibrados com as quantidades corretas de produtos são importantes para este controle;

- Questionar os procedimentos de limpeza e sanitização existentes e testar eventuais alternativas que possam levar à sua otimização (minimização dos usos de água e de produtos de limpeza e sanitização), sem prejuízo da segurança dos produtos da unidade;

- Utilizar detergentes alternativos que tenham efetivamente sua ação desejada, mas também minimizem impactos ao meio ambiente; por exemplo, procurar substituir detergentes à base de nonil-fenol-etoxilato (NPE) e de alquil-benzeno-sulfonatos lineares (LAS), uma vez que estas substâncias são tóxicas para organismos terrestres e aquáticos (há diretiva da União Européia que proíbe o uso de detergentes à base destas substâncias em abatedouros e frigoríficos – Diretiva do Conselho 2003/53/EC, 26ª emenda da Diretiva do Conselho 76/769/EEC);

- Evitar ou reduzir o uso de agentes de limpeza e de desinfecção à base de cloro ativo, pois, como conseqüência, formam-se compostos orgânicos halogenados, dentre eles hidrocarbonetos clorados, que são perigosos e prejudicam o tratamento biológico dos efluentes líquidos, principalmente o anaeróbio; entre as opções, estão produtos sanitizantes à base de ácido peracético, por exemplo, embora este e outros alternativos sejam usualmente mais caros; uma ação importante, que ajuda neste aspecto, é a realização de uma boa limpeza prévia com detergente isento de cloro ativo, pois isto reduz a quantidade de sanitizante a ser utilizado depois.

### 4.3 Uso Racional de Energia

Novamente, para um gerenciamento adequado, a medição correta e rotineira dos consumos de energia elétrica, de vapor e de combustíveis, é essencial – pelo menos das quantidades totais. Da mesma forma que para a água e para os efluentes líquidos, a definição, o cálculo e a avaliação de rotina de indicadores relacionados à produção é importante: [kWh/t produtos], [t vapor/t produtos], [litros ou m<sup>3</sup> ou kg combustível/t produtos].

Em muitos casos, economias substanciais de energia podem ser obtidas rapidamente, com pouco ou nenhum investimento. Ganhos adicionais podem ser realizados com o uso de equipamentos energeticamente mais eficientes e com sistemas de recuperação de calor. Algumas medidas para racionalizar o uso de energia em frigoríficos estão na seqüência.

- Implementar programas de desligamento de chaves/interruptores elétricos associados a sensores, para desligar luzes e equipamentos quando seu uso é desnecessário ou há parada na produção;
- Desligar as câmaras frigoríficas por certos períodos, uma vez que se tenha atingido as temperaturas necessárias para preservação dos produtos, que as câmaras permaneçam fechadas por horas e não se comprometa a qualidade dos produtos (ex.: em horário de pico de demanda ou outro período, desde que viável) – para maior segurança nesta medida, garantir boa vedação das câmaras;
- Utilizar água quente somente onde realmente necessária e sem desperdício - em geral, em áreas com resíduos gordurosos; sangue e caldos de carne, materiais proteicos, tendem a grudar nas superfícies, com o calor – para estes, melhor iniciar lavagem com água fria;
- Isolar termicamente tubulações de sistemas de aquecimento e de refrigeração;
- Instalar motores de alto rendimento, principalmente onde se demanda potências maiores: compressores, serras, moinhos, “cutters”, moinhos trituradores da graxaria (se existirem), etc.;
- Recuperar calor residual de correntes quentes como efluentes líquidos, gases de combustão das caldeiras, vapores/gases de exaustão dos digestores/secadores da graxaria, de compressores, etc. - ex.: para aquecer ou pré-aquecer água ou materiais (alimentação de cozinhadores/digestores/secadores);
- Utilizar evaporadores de múltiplo-efeito para concentração de caldos de carne e de proteínas residuais em condensados provenientes de cozimentos ou de digestões da graxaria – para instalações com alta capacidade de produção (acima de ~ 50.000 t/ano) (IPPC, 2005);
- Manter sistemas de ar comprimido e de geração e distribuição de vapor sem vazamentos – dentro de um programa de manutenção preventiva, fazer “operações caça-vazamentos” periódicas;
- Otimizar e manter as eficiências de combustão nas caldeiras;
- Utilizar iluminação natural, o quanto possível;
- Utilizar sistemas de iluminação ou lâmpadas mais eficientes, econômicas;
- Utilizar sensores de proximidade/presença em salas e/ou áreas para desligar luzes quando não houver pessoas;
- Executar um bom programa de manutenção para garantir uso eficiente de energia pelos equipamentos.

### 4.3.1 Fontes Alternativas de Energia

Recomenda-se, sempre que possível, utilizar fontes renováveis: biomassa em geral (madeira, bagaço de cana, etc.) e biogás.

Além disso, tem-se verificado iniciativas de algumas empresas na utilização de sebo e gorduras (das graxarias, removidas da produção e das estações de tratamento de efluentes) como combustíveis nas caldeiras, em substituição a combustíveis tradicionais (óleo BPF, madeira e gás). O que se recomenda, a princípio, é a queima apenas do sebo das graxarias, sem inclusão direta de outros resíduos do processamento animal para queima conjunta, se outras alternativas de uso ou destinação do sebo não forem viáveis. Como se trata de um combustível com propriedades físico-químicas (poder calorífico, densidade, viscosidade) distintas daquelas do óleo combustível, é importante verificar a necessidade de alterar a configuração dos queimadores (algumas experiências existentes indicam que poucas alterações são necessárias). O odor, eventualmente gerado, pode ser minimizado se a queima for bem feita, com boa regulagem da combustão. Assim sendo, espera-se que a emissão de odores seja eliminada pela alta temperatura e o tempo de residência dos gases na câmara de combustão; neste aspecto, a purificação do sebo na sua produção, também é um fator importante e deve ser feita da melhor forma possível – a princípio, quanto mais puro o sebo, menor o odor gerado na sua queima; *vantagens potenciais*:

- Redução do uso de combustível fóssil;
- Eventual redução de custos por tonelada de vapor produzida (dependendo das eficiências de combustão e dos preços/custos relativos dos combustíveis);
- Redução da geração de  $\text{SO}_2$  (sebo tem baixo teor de enxofre);
- Redução de riscos de poluição associados ao transporte de sebo, se este é queimado nas unidades produtivas que o geram.

*Lembra-se que, como toda modificação de processo (incluindo matérias-primas e insumos – no caso, combustíveis) ou de fonte de poluição (no caso, caldeiras), esta alteração deve ser comunicada ao órgão ambiental e ser devidamente licenciada.*

### 4.4 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

Da mesma forma que para a água, os efluentes líquidos e a energia, recomenda-se medir adequadamente os resíduos sólidos gerados na unidade produtiva. Isto envolve fazer a segregação ou separação dos resíduos, seu acondicionamento, sua quantificação, os registros dos dados e sua respectiva avaliação de forma rotineira e adequada. No caso de pesagem dos resíduos, balanças de boa qualidade, adequadas para as quantidades envolvidas, devem ser selecionadas, adquiridas, devidamente instaladas e calibradas periodicamente. A definição, cálculo e acompanhamento de indicadores relacionados à produção, são importantes – por exemplo:

- [kg resíduos de piso área interna/t produto];
- [kg embalagens danificadas-descartadas/t produto];
- [kg produtos danificados-descartados/t produto];
- Indicador indireto – caso haja *graxaria anexa*: [kg farinha carne-ossos/t produto] – Desde que a produção desta farinha possa ser relacionada com os resíduos



gerados somente no frigorífico, com a produção local de carne ou de seus derivados e o processo de produção de farinha esteja sob controle, para que se exclua suas eventuais influências.

OBS.: é importante cuidar para que a *umidade* dos resíduos *medidos* seja “padronizada”, ou seja, deve ser conhecida e variar o mínimo possível - faixa estreita de valores; procedimentos de coleta, manuseio e acondicionamento dos resíduos influem na sua umidade e, portanto, devem ser definidos, padronizados.

A orientação básica de P+L para os resíduos é praticar sempre os “3Rs”, de forma cíclica ou periódica, nesta ordem:

- 1º Reduzir a *geração* de resíduos (nos processos produtivos e operações auxiliares);
- 2º Reusar os resíduos “inevitáveis” (aproveitá-los, sem quaisquer tratamentos);
- 3º Reciclar os resíduos “inevitáveis” (aproveitá-los após quaisquer tratamentos necessários).

OBS.: para os 2º e 3º passos, procurar esgotar primeiro as possibilidades de aproveitamento interno, nas próprias atividades da unidade produtiva; somente depois, procurar alternativas de aproveitamento externo, em instalações de terceiros.

Os resíduos que restarem dos “3Rs”, devem ser segregados, coletados, acondicionados e destinados adequadamente, de acordo com normas técnicas e com a legislação ambiental.

No caso de frigoríficos, reúsos, reciclagens e disposição final de resíduos sólidos são as ações mais comuns. Muitos resíduos encontram utilização e aproveitamento, como aqueles processados nas graxarias. Portanto, *uma das ações básicas é maximizar o aproveitamento ambientalmente adequado dos resíduos, sempre buscando-se alternativas para isto*. Desta forma, minimiza-se os impactos ambientais destes resíduos e pode-se diminuir o custo de seu gerenciamento.

Seguem algumas medidas que podem ser destacadas com relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

- Minimizar a geração de resíduos do processamento das carcaças e da carne (aparas de carne e de gordura, por exemplo), dentro dos limites estabelecidos pela regulamentação do setor e em função dos produtos e subprodutos de interesse da empresa;
- Coletar e segregar ou separar todos os resíduos por tipos, isolados ou em grupos compatíveis, evitando que se misturem (contaminem-se entre si) e que se juntem aos efluentes líquidos; isto aumenta as possibilidades de seu aproveitamento (reúso ou reciclagem), pode diminuir custos de sua destinação e a torna mais adequada;
- Evitar sobrecargas de carnes e insumos nos equipamentos de picagem/moagem, de mistura, de emulsão (“cutters”, etc.), para que excessos de materiais não caiam dos equipamentos, transformando-se em resíduos;
- Materiais retidos em grades e peneiras e os lodos gerados nas estações de tratamento dos efluentes líquidos: coletá-los e acondicioná-los adequadamente (áreas cobertas, sobre solo protegido com contenção lateral ou em recipientes sem vazamentos, *durante o mínimo tempo possível*, antes de seu processamento ou destinação) - algumas alternativas observadas para estes resíduos são o seu uso como insumos na fabricação de fertilizantes, de compostos orgânicos para adubos (a partir de compostagem) e para a produção de biogás, via digestão anaeróbia;
- Verificar quais resíduos adicionais poderiam também ser processados em graxa-

rias, além daqueles já em processo – por exemplo, alguns resíduos da estação de tratamento de efluentes (materiais de gradeamento e peneiramento, gorduras, lodos, etc.);

- Resíduos das operações auxiliares e de utilidades (citados no item 3.5 - tratamento de água, outros resíduos do tratamento de efluentes, caldeiras, manutenção, almoxarifado e expedição, etc.): seguir a mesma orientação básica ("3Rs").

*Neste ponto, vale ressaltar que quaisquer utilização (interna ou externa), destinação e disposição de quaisquer resíduos devem ser analisadas e aprovadas pelos órgãos ambientais competentes, ANTES da sua prática.*

Na falta de alternativas que configurem reúso e/ou reciclagem *viáveis e ambientalmente adequados*, os resíduos devem ser acondicionados e destinados de forma a eliminar ou minimizar quaisquer impactos ambientais e danos à saúde pública.

#### **4.5 Minimização de Emissões Atmosféricas e de Odor**

Conforme já comentado, as emissões atmosféricas dos frigoríficos provém, em geral, de processos de combustão, sendo neste caso recomendável cuidados com esta operação. Já o odor, geralmente, está relacionado à putrefação ou degradação bioquímica de matéria orgânica, e tem estreita correlação com a gestão de materiais, produtos, resíduos e efluentes. A seguir, algumas sugestões neste sentido.

##### **4.5.1 Substâncias Odoríferas**

- Todos os resíduos devem ser recolhidos e acondicionados em áreas secas e cobertas, de preferência fechadas;
- Todos os resíduos devem ser armazenados *pelo menor período de tempo possível* antes de seu processamento ou de sua retirada da unidade para processamento por terceiros – uma referência básica é um tempo máximo de 24 horas; caso haja necessidade de estocagem por tempos maiores, procurar utilizar algum meio de preservação dos resíduos (por exemplo, uso de refrigeração para os materiais destinados a graxarias);
- Manter as câmaras onde se realiza a defumação de derivados de carne sempre com boa vedação;
- Dar preferência à defumação pelo uso de "fumaça líquida" - o quanto for possível -, ao invés dos processos mais convencionais, que utilizam os geradores de fumaça pela queima de madeiras;

##### **4.5.2 Material Particulado e Gases**

- Operar as caldeiras de forma otimizada, com a máxima eficiência de combustão possível do sistema, minimizando a emissão de material particulado e gases derivados de combustão incompleta;
- Utilizar fontes de energia para combustão mais limpa: gás natural ao invés de óleos combustíveis, por exemplo;

- Planejar e executar substituição de gases refrigerantes à base de CFCs por outros menos danosos à camada de ozônio – ex.: HFC (R-134a), amônia.

#### 4.6 Minimização de Ruído

Assim como para várias medidas de P+L, aquelas destinadas à minimização de ruído são mais efetivas e mais baratas quando planejadas no projeto das unidades produtivas. Por exemplo:

- Selecionar, dentre as alternativas adequadas e viáveis, equipamentos com menores emissões de ruído;
- Instalar equipamentos ruidosos em uma ou mais salas fechadas e/ou dotá-los de barreiras acústicas especialmente projetadas para eles;
- Posicionar operações ruidosas, bem como áreas de movimentação e estacionamento de veículos, afastadas o quanto possível de atuais ou futuras áreas sensíveis a ruídos;
- Fazer “layout” dos edifícios posicionando-os de forma a usá-los como barreiras acústicas, aproveitando, também, a própria topografia do local.

De forma mais específica, tem-se:

- Alocar equipamentos ruidosos afastados o quanto possível das comunidades locais, procurando utilizar a topografia local como barreira acústica;
- Operações ruidosas devem ser realizadas durante os períodos do dia onde há maior tolerância a ruídos – ou seja, quando estes se confundem com os ruídos naturais ou de fundo do local;
- Manter os equipamentos em bom estado, para evitar eventuais aumentos de ruído por desgastes ou avarias;
- Planejar e executar rotas de veículos pesados de forma a evitar ou minimizar sua passagem pelas comunidades locais e, se necessário, restringir ao máximo seu tráfego em horários mais sensíveis aos ruídos.

#### 4.7 Medidas de P+L - Quadro Resumo

Na seqüência, as medidas de P+L apresentadas estão resumidas na tabela 7, onde se procura situá-las quanto:

- Às principais etapas do processo ou áreas da unidade para aplicação;
- Aos principais benefícios potenciais de sua aplicação;
- Ao tamanho relativo do investimento necessário.

Quanto ao investimento relativo necessário, parte-se da hipótese de que as medidas serão implementadas em uma unidade que já se encontra em operação. *Obviamente, para novas unidades ou ampliações, recomenda-se que as medidas de P+L eventualmente selecionadas para implementação sejam previstas já nos respectivos projetos, o que facilita esta implementação e diminui seu investimento necessário.* O tamanho do investimento é função, entre outros aspectos, do porte, da existência ou não de uma estrutura de suporte (grupo empresarial) e da saúde financeira de cada empresa. Depende, ainda, do que já esteja “pronto” com relação à medida de P+L a ser implementada – podem ser

necessárias apenas algumas melhorias ou complementações e, assim, o investimento é menor. De qualquer forma, esta classificação relativa de investimento destina-se a uma orientação *inicial*, mais grosseira, para auxílio na priorização de medidas de P+L a serem selecionadas para implementação – naturalmente, um dos critérios é adotar as medidas que demandem menores investimentos.

Assim, tem-se a seguinte representação:

\$ - investimento relativamente pequeno ou inexistente, com nenhuma ou pouca aquisição e/ou alteração de equipamentos e/ou de instalações, envolvendo mais alterações de procedimentos ou práticas operacionais, com seus respectivos treinamentos;

\$\$ - investimento relativamente médio, com algumas aquisições e/ou alterações de equipamentos e/ou de instalações, podendo envolver também alterações de procedimentos ou práticas operacionais, com seus respectivos treinamentos;

\$\$\$ - investimento relativamente alto, com aquisições e/ou alterações significativas de equipamentos e/ou de instalações, podendo envolver também alterações de procedimentos ou práticas operacionais, com seus respectivos treinamentos.

Tabela 7: medidas de P+L – quadro resumo

Medida de P+L	Área/Etapa do Processo	Benefício Potencial	Investimento Relativo
Utilizar circuito fechado para a água de resfriamento de carne cozida enlatada ("corned beef").	Resfriamento pós-cozimento	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Utilizar água evaporada e condensada da concentração de caldo de carne na alimentação dos cozinhadores de carne que geram o mesmo caldo a ser concentrado (por exemplo).	Concentração de caldo/Cozimento	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Utilizar o condensado do vapor de cozimento, das câmaras de cozimento a vapor (embutidos e outros produtos derivados de carne) – onde possível.	Câmaras de cozimento	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Minimizar o descarte das soluções de cura e de salmouras (da produção de charques e de presuntos, por exemplo), por meio de reuso destas soluções, do planejamento adequado da produção para o aproveitamento destas soluções e do emprego de métodos alternativos de cura menos poluentes; cuidar, também, para que não haja derramamentos acidentais destas soluções.	Salgas de charque/Curas	Redução da carga poluente e do volume dos efluentes líquidos; redução do consumo de água	\$
Reutilizar a água da lavagem da carne após a salga seca – para a salmouragem (salga úmida) e/ou nesta mesma lavagem (lavagem inicial, por exemplo).	Lavagem (após salga seca) – produção de charque	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos (sal), bem como do consumo de sal (no caso do reuso na salmouragem)	\$\$
Dar preferência, o quanto for possível, ao uso da fumaça líquida para a defumação de produtos, ao invés dos processos mais convencionais, que utilizam os geradores de fumaça pela queima de madeiras.	Defumação	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos, do consumo de detergentes/sanitizantes (limpeza das câmaras de cozimento/defumação quando se usa fumaça propriamente dita); redução da emissão de substâncias odoríferas	\$
Utilizar métodos de cozimento de derivados de carne que eliminem ou minimizem o uso direto de água: somente vapor, ar quente e vapor, microondas, etc.	Cozimento	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Evitar sobrecargas de carnes e insumos nos equipamentos de picagem/moagem, de mistura, de emulsão ("cutters", etc.), para que excessos de materiais não caiam dos equipamentos, transformando-se em resíduos.	Picagem/Moagem/Mistura/Homogeneização	Redução de perdas de produtos; redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos	\$
Manter as câmaras onde se realiza a defumação de derivados de carne sempre com boa vedação.	Cozimento/Defumação	Redução da emissão de substâncias odoríferas	\$
Esterilizar facas e outros equipamentos com o mínimo fluxo de água quente necessário e controlado e isolar equipamento de esterilização (parede dupla) ou instalar camisa de aquecimento (água quente ou vapor) para manter/controlar melhor a temperatura desejada; buscar métodos/sistemas alternativos que utilizem menos água – via "spray", ao invés de imersão, com ultra-som, à vapor, com ar quente conjugado, etc.	Corte-desossa	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos; redução do consumo de combustíveis	\$\$

Medida de P+L	Área / Etapa do Processo	Benefício Potencial	Investimento Relativo
Utilizar, onde possível, locais com "sprays" (ou chuveiros, no mínimo) nos pontos de saída/uso de água, ao invés de tubos perfurados ou saídas de tubos livres.	Eventuais lavagens de materiais/ produtos	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$
Utilizar águas de resfriamento e de bombas de vácuo, bem como de descongelamento de câmaras frias. Exemplos: fechar circuitos, onde apropriado; para a lavagem de pátios ou áreas externas (ou onde possível).	Áreas externas/graxaria ou outras	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Utilizar água dos esterilizadores de facas e outros equipamentos. Exemplo: para lavagens iniciais de pisos (ou onde possível).	Áreas externas/graxaria ou outras	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Instalar dispositivos para coleta direta de material em todas as operações que geram aparas de carne, de gorduras, ligamentos, ossos e tecidos diversos - Ex.: esteiras transportadoras e/ou recipientes de coleta. Treinar os operadores para que utilizem efetivamente estes dispositivos, minimizando queda deste materiais nos pisos..	Limpeza das carcaças/ Corte e desossa, etc.	Redução da carga poluente dos efluentes líquidos e aumento do aproveitamento dos resíduos sólidos	\$\$
Minimizar a geração de resíduos do processamento das carcaças e da carne (aparas de carne e de gordura, por exemplo), dentro dos limites estabelecidos pela regulamentação do setor e em função dos produtos e subprodutos de interesse da empresa.	Corte e Limpeza da Carcaça/Corte e Desossa	Diminuição da geração de resíduos sólidos; aumento do rendimento da produção; redução da carga poluente dos efluentes líquidos	\$
Utilizar evaporadores de múltiplo-efeito para concentração de caldos de carne e de proteínas residuais em condensados provenientes de cozimentos ou de digestões da graxaria – para instalações com alta capacidade de produção (acima de 50.000 t/ano) (IPPC, 2005).	Concentração de caldos de carne e de proteínas de águas de cozimento/di-gestão	Redução do consumo de combustíveis	\$\$\$
Garantir que as áreas de eventuais estoques de matérias-primas e de resíduos sejam cobertas e isoladas no seu entorno ou perímetro (com canaletas de drenagem, por exemplo), para que águas pluviais não arrastem resíduos e matéria orgânica.	Recepção mat.-prima/ Armazenamento de resíduos	Redução do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos e aumento do aproveitamento dos resíduos	\$\$
Fazer limpeza cuidadosa a seco, antes de qualquer lavagem com água – catação, varrição, raspagem, sucção de resíduos de pisos, instalações e equipamentos.	Todas	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos; aumento do aproveitamento de resíduos sólidos	\$
Após as limpezas a seco, utilizar sistemas de alta pressão e baixo volume para fazer as lavagens com água.	Todas	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Utilizar sistemas de acionamento automático do fluxo de água (sensores de presença, por exemplo) nas estações de lavagem das mãos, de esterilização de facas e outros locais; pedais, botões ou outro sistema prático de acionamento mecânico são opções possíveis.	Acesso a áreas limpas; corte e desossa; áreas diversas	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$\$
Dotar todas as mangueiras de água com gatilhos, para acionamento do fluxo de água pelos operadores somente quando necessário; no mínimo, as válvulas para fechamento/abertura da água para mangueiras devem estar "sempre" próximas aos operadores.			

Medida de P+L	Área/Etapa do Processo	Benefício Potencial	Investimento Relativo
Utilizar todo ou parte do enxágue final da limpeza do dia (após a produção) – por exemplo: nos primeiros enxágues em lavagens do dia seguinte (ou onde possível).	Nas áreas onde houver lavagens	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$ \$
Coletar e utilizar condensados de sistemas de refrigeração e da purga das caldeiras – onde possível.	Onde possível	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos; redução do consumo de combustíveis (uso da purga das caldeiras em si ou para aquecer outra corrente)	\$ \$
Coletar e utilizar condensados de vapor das caldeiras – retorno para as caldeiras (de cozinhadores contínuos, por exemplo), o quanto possível.	Caldeiras	Redução do consumo de água, de combustíveis e de produtos para tratamento de água para as caldeiras	\$ \$
Utilizar água das pias de lavagem das mãos – por exemplo: para auxiliar transporte de materiais para a graxaria (nos “chutes”) ou para os “sprays” de peneiras rotativas (na ETE) ou onde possível.	Transporte de materiais p/ graxarias/na ETE/onde possível	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$ \$
Utilizar efluente tratado final - por exemplo: nas áreas externas, nos condensadores /lavadores de gases da graxaria ou onde possível.	Áreas externas/onde possível	Redução do consumo de água e do volume dos efluentes líquidos	\$ \$
Operar e manter adequadamente as grades ou telas perfuradas nos drenos, ralos e canaletas de águas residuais das áreas produtivas – para retenção eficiente de material orgânico.	Todas as áreas onde há queda de mat. sólido no piso	Redução da carga poluente dos efluentes líquidos e aumento do aproveitamento dos resíduos sólidos	\$
Controlar as quantidades de água e de produtos de limpeza e sanitização, visando sua otimização. Sistemas dosadores adequadamente regulados e/ou recipientes calibrados com as quantidades corretas de produtos são alternativas para este controle.	Todas as áreas onde há limpezas/lavagens	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos; redução do consumo de detergentes/sanitizantes	\$
Questionar os procedimentos de limpeza e sanitização existentes e testar eventuais alternativas que possam levar à sua otimização (minimização dos usos de água e de produtos de limpeza e sanitização), sem prejuízo da segurança dos produtos da unidade.	Todas as áreas onde há limpezas/lavagens	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos; redução do consumo de detergentes/sanitizantes	\$
Utilizar detergentes alternativos que tenham efetivamente sua ação desejada, mas também minimizem impactos ao meio ambiente.	Todas as áreas onde há limpezas/lavagens	Redução da carga poluente e/ou da toxicidade dos efluentes líquidos	\$
Evitar ou reduzir o uso de agentes de limpeza e de desinfecção à base de cloro ativo.	Todas as áreas onde há limpezas/lavagens	Redução da carga poluente e/ou da toxicidade dos efluentes líquidos	\$
Implementar programas de desligamento de chaves/interruptores elétricos associados a sensores, para desligar luzes e equipamentos quando seu uso é desnecessário ou há parada na produção.	Todas as áreas – priorizar maiores consumidoras de energia	Redução do consumo de energia elétrica	\$ \$

Medida de P+L	Área/Etapa do Processo	Benefício Potencial	Investimento Relativo
Garantir boa vedação e manutenção das câmaras frigoríficas e verificar possibilidade de seu desligamento em certos períodos do dia, desde que não se comprometa a qualidade dos produtos (ex.: em horário de pico de demanda ou outro período).	Todas as câmaras frigoríficas	Redução do consumo de energia elétrica	\$
Utilizar água quente somente onde realmente necessária e sem desperdício - em geral, em áreas com resíduos gordurosos; sangue e caldos de carne, materiais proteicos, tendem a grudar nas superfícies, com o calor – para estes, melhor iniciar lavagem com água fria.	Todas as áreas	Redução do consumo de combustíveis, de água, de produtos de limpeza e do volume dos efluentes líquidos	\$
Isolar termicamente tubulações e tanques de sistemas de aquecimento e de refrigeração.	Todas as áreas com as referidas tubulações/referidos tanques	Redução do consumo de combustíveis e de energia elétrica	\$\$
Instalar motores de alto rendimento, principalmente onde se demanda potências maiores: compressores, serras, moinhos/moedores, 'cutters', moinhos trituradores da graxaria, etc.	Sistemas de refrigeração/ áreas produtivas/graxarias	Redução do consumo de energia elétrica	\$\$\$
Recuperar calor residual de correntes quentes como efluentes líquidos, gases de combustão das caldeiras, vapores/gases de exaustão dos digestores/secadores da graxaria, de compressores, etc. - ex.: para aquecer ou pré-aquecer água ou materiais (alimentação de cozinheiros/ digestores/secadores).	Onde estiverem as correntes quentes	Redução do consumo de combustíveis	\$\$\$
Manter sistemas de ar comprimido e de geração e distribuição de vapor sem vazamentos – dentro de um programa de manutenção preventiva, fazer "operações caça-vazamentos" periódicas.	Áreas de geração e nas redes de distribuição de ar comprimido e vapor	Redução do consumo de energia elétrica e de combustíveis	\$
Otimizar e manter as eficiências de combustão nas caldeiras.	Caldeiras	Redução do consumo de combustíveis, de emissão de material particulado e de gases de combustão incompleta	\$
Utilizar iluminação natural, o quanto possível.	Todas	Redução do consumo de energia elétrica	\$\$
Utilizar sistemas de iluminação ou lâmpadas mais eficientes, econômicas.	Todas	Redução do consumo de energia elétrica	\$\$
Executar um bom programa de manutenção para garantir uso eficiente de energia pelos equipamentos .	Todas onde houver equipamentos	Redução do consumo de energia elétrica	\$
Utilizar fontes renováveis de energia: biomassa em geral (madeira, bagaço de cana, etc.) e biogás; verificar viabilidade de se utilizar o sebo das graxarias.	Caldeiras	Eliminação ou redução do consumo de combustíveis fósseis	\$\$
Coletar e segregar ou separar todos os resíduos por tipos, isolados ou em grupos compatíveis, evitando que se misturem (contaminem-se entre si) e que se juntem aos efluentes líquidos; isto aumenta as possibilidades de seu aproveitamento (reuso ou reciclagem), pode diminuir custos de sua destinação e a torna mais adequada.	Todas as áreas onde se geram resíduos	Redução de carga poluente dos efluentes líquidos e aumento das possibilidades de aproveitamento dos resíduos	\$\$



Medida de P+L	Área/Etapa do Processo	Benefício Potencial	Investimento Relativo
Acondicionar adequadamente todos os resíduos coletados (recipientes e áreas secas, com coberturas e preferencialmente fechadas) e destiná-los para aproveitamento ou para disposição final o mais rápido possível.	Áreas de armazenamento de resíduos	Redução do consumo de água, do volume e da carga poluente dos efluentes líquidos; aumento do aproveitamento de resíduos sólidos; redução da emissão de substâncias odoríferas	\$ \$
Garantir a escolha, o dimensionamento, a construção e a operação corretas das instalações de tratamento dos efluentes líquidos.	Tratamento de efluentes líquidos	Redução da emissão de substâncias odoríferas; maior eficiência no tratamento dos efluentes líquidos	\$
Seguir a orientação básica dos “3Rs” (reduzir/reusar/reciclar) para os resíduos das operações auxiliares e de utilidades (tratamento de água, outros resíduos do tratamento de efluentes, caldeiras, manutenção, almoxarifado e expedição, etc.).	Áreas das operações auxiliares	Redução do impacto dos resíduos das operações auxiliares; economias de insumos, matérias-primas e recursos naturais; eventuais reduções de custos com o gerenciamento destes resíduos	\$ \$
Utilizar fontes de energia para combustão mais limpa: gás natural ao invés de óleos combustíveis, por exemplo.	Caldeiras	Redução da geração de material particulado, SO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> na combustão	\$ \$
Planejar e executar substituição de gases refrigerantes à base de CFCs por outros menos danosos à camada de ozônio – ex.: HFC (R-134a), amônia.	Sistemas de refrigeração	Redução de danos à camada de ozônio da atmosfera (protocolo de Montreal)	\$ \$ \$
Instalar sistemas de limpeza CIP (“cleaning-in-place”) para equipamentos fechados – ex.: tubulações, tanques, evaporadores, cozinhadors/digestores, etc. - para novas unidades, novas instalações, ampliações ou reformas.	Todas onde houver equipamentos fechados a serem lavados	Redução do consumo de água, de produtos de limpeza e de energia e redução do volume dos efluentes líquidos	\$ \$ \$
Operações ruidosas devem ser realizadas, o quanto possível, durante os períodos do dia onde há maior tolerância a ruídos – ou seja, quando estes se confundem com os ruídos naturais ou de fundo do local.	Operações críticas em emissão de ruídos	Redução de eventuais incômodos à população vizinha	\$
Manter os equipamentos em bom estado, para evitar eventuais aumentos de ruído por desgastes ou avarias.	Áreas com equipamentos potencialmente ruidosos	Redução da emissão de ruídos	\$
Planejar e executar rotas de veículos pesados de forma a evitar ou minimizar sua passagem pelas comunidades locais e se necessário, restringir ao máximo seu tráfego em horários mais sensíveis aos ruídos.	Transportadores/Compras/Expedição/Logística	Redução de eventuais incômodos à população vizinha	\$

#### 4.8 Implementação de Medidas de P+L

A implementação dessas sugestões ou medidas com sucesso, depende de alguns fatores. Antes de tudo, do seu *entendimento* e do *comprometimento* – primeiro, por parte da direção e depois, por parte do pessoal operacional da empresa. Por exemplo, após o compromisso da direção, um treinamento inicial de sensibilização de todos os colaboradores quanto à importância e aos benefícios do *uso racional de insumos* (matérias-primas, água, produtos químicos e energia), da *redução de desperdícios* e da *minimização de resíduos*, para a empresa e para eles, reforçam este entendimento e comprometimento e pode contribuir significativamente para o sucesso de “ações de P+L” ou de um “Programa de P+L”. Depois, aspectos como tipo de unidade industrial ou de processo produtivo, estágio de organização e de gerenciamento, disponibilidade de pessoal, estágio de conhecimento técnico, entre outros, também influenciam nos resultados obtidos. Assim, a seleção e a implantação dessas medidas e sugestões devem ser avaliadas caso a caso, visando aumentar as possibilidades de sucesso. Em função destes aspectos, conforme o caso, auxílio técnico especializado externo, para apoio e acompanhamento de ações de P+L na empresa, também pode ser importante para a obtenção de bons resultados.

Pode-se implementar P+L basicamente de duas formas:

- Por objetivos ou situações específicas, *claramente aparentes* – de forma simples e direta, pelo bom senso e experiência acumulada: identificar, priorizar e atacar etapas do processo produtivo de maior geração de resíduos e/ou de poluentes, de maior consumo de insumos, de maior geração de desperdícios, de maior uso e/ou geração de substâncias tóxicas - enfim, procurar, definir e implementar alternativas de P+L para os *principais* problemas ambientais e/ou de rendimento/desperdícios da empresa;
- Por meio da elaboração, programação e execução de um “Programa de P+L” Basicamente, o que diferencia estas duas formas são os graus de planejamento, detalhamento, abrangência (dos problemas e de suas soluções), uso de recursos (humanos e materiais), documentação e de tempo, bem como de continuidade – tendendo a serem maiores para a segunda do que para a primeira forma de implementação.

Neste contexto, também é de se esperar que as maiores empresas, com melhores estruturas e maiores recursos, tenham mais condição de elaborar e implementar um “Programa de P+L”. No entanto, isto não deve desencorajar as empresas menores, pois *muitas vezes, ações simples (por exemplo, mudanças de procedimentos operacionais e/ou melhor organização de alguma rotina produtiva) resultam em ganhos e benefícios ambientais e econômicos, diretos e indiretos, bastante significativos*. O que se requer, essencialmente, é:

- Convicção do(s) proponente(s);
- Compromisso e apoio da direção da empresa;
- Entendimento, pelos colaboradores, do que é P+L e do que isto significa para eles e para a empresa;
- Boa vontade dos executores e colaboradores;
- Um nível mínimo de organização e ordenação na implementação de medidas de P+L (definição das tarefas, das responsabilidades, dos prazos e registros);
- Reconhecimento por um bom resultado alcançado.

Desta forma, recomenda-se que um planejamento mínimo seja realizado, mesmo que para a implementação de uma medida isolada de P+L. Um planejamento básico *pode* conter as seguintes etapas (*sugestão*):

1. Preparar proposta de implementação de ação(ões) ou de um Programa de P+L (justificada, mostrando o que é, como se pretende fazer, os benefícios potenciais para a empresa e previsão inicial de recursos necessários), apresentá-la à direção da empresa e obter o seu comprometimento e apoio;
2. Realizar treinamento de sensibilização/conscientização (P+L, prevenção à poluição, redução de desperdícios – conceitos e benefícios) para os colaboradores da empresa, objetivando seu entendimento e comprometimento e informando-os sobre as ações ou Programa de P+L que serão implementados na empresa;
3. Definir uma equipe inicial de trabalho – uma pessoa para liderar ou coordenar os trabalhos da equipe e seus componentes, direta ou indiretamente ligados às atividades produtivas. O número de pessoas e respectivos setores envolvidos depende do porte, da estrutura da empresa e da disponibilidade das pessoas. Como exemplo, uma equipe de P+L pode ser composta por pessoas:
  - Com conhecimento e boa experiência nos processos produtivos (essencial);
  - Envolvidas com as operações de tratamento e disposição de efluentes e resíduos da empresa;
  - Da área de utilidades (água, vapor, refrigeração, etc.);
  - Da área de manutenção;
  - Da área de qualidade.

O importante é que se tenha alguém coordenando os trabalhos e alguns colaboradores responsáveis;

4. A *equipe* deve visitar a planta de produção em operação, desde a recepção, estoque e entrada em processo da matéria-prima até estoque e expedição dos produtos da empresa; sugere-se que a equipe faça pelo menos três visitas, em momentos ou turnos produtivos diferentes; durante estas visitas, a equipe deve identificar e registrar *oportunidades* para aplicação de P+L, com potencial de *benefício ambiental e econômico* (exemplos: algum desperdício aparente – materiais e insumos, água, energia, produtos, etc; volume e/ou carga poluidora elevados nos efluentes; geração alta de algum resíduo; uso de uma substância tóxica ou altamente poluente; “lay-out” desfavorável, etc.);

5. Após as visitas, a *equipe* deve analisar, eleger, priorizar e ordenar as oportunidades identificadas. Um primeiro critério para escolha e ordenação: as de maiores benefícios ambientais e econômicos *potenciais*; outro critério: oportunidades que sejam “problemas ambientais” atuais da empresa, em acompanhamento pelo órgão ambiental local; de acordo com as oportunidades definidas, com a disponibilidade de recursos e de pessoal e com eventuais necessidades da empresa, a *equipe* deve decidir se serão trabalhadas mais de uma oportunidade ao mesmo tempo ou se serão abordadas uma após a outra;

6. Para cada oportunidade a ser trabalhada, a *equipe* deve identificar *medidas de P+L* para eliminar ou reduzir o aspecto ligado à oportunidade em questão.

OBS.: no caso de frigoríficos, a tabela 7 do item anterior é uma referência inicial para a definição das medidas de P+L.

A equipe deverá analisar as medidas de P+L propostas para cada oportunidade e decidir qual ou quais serão implementadas - um critério natural é escolher *primeiro* as que sejam mais fáceis/baratas de serem implementadas;

7. Após definir oportunidades e respectivas medidas de P+L a serem implementadas, a *equipe* deverá elaborar um cronograma para as ações que estão descritas nos próximos itens (*em todos eles, de 8 a 15*); o cronograma deve conter, no mínimo:

- Ação a ser realizada (“o que”);
- Local ou ponto onde será realizada (“onde”);
- Responsável pela ação: um só, mesmo que ajudado por outros colaboradores (“quem”);
- Prazo acordado para a execução da ação: “data inicial – data final” ou “até data final” (“quando”).

Neste momento, pode-se alterar a constituição da equipe, incluindo colaboradores que irão auxiliar na realização das tarefas; o *cronograma acordado geral deverá ser distribuído a todos os integrantes da equipe e acompanhado pelo coordenador ou líder da equipe*;

8. *Medir* os aspectos ou variáveis relacionadas com a(s) oportunidade(s) selecionada(s) – exemplo: consumo de água, carga poluidora de um poluente “A” em um efluente (vazão do efluente X concentração do poluente “A”), quantidade de um resíduo, etc.; relacionar as medidas realizadas com a produção e/ou com matéria-prima consumida, gerando os *indicadores da(s) oportunidade(s)*: m<sup>3</sup> água consumida/t produto; kg DBO<sub>5</sub>/t produto; kg de farinha de carne produzida/t produto; etc. Estas medições devem ser feitas ANTES da adoção de qualquer medida de P+L - ou seja, obter uma “foto” da situação atual, “como e quanto é” atualmente. Fazer as medições durante um período representativo – conhecer as variações (1);

9. Para cada aspecto ou variável, levantar e apontar os custos ou receitas unitárias atuais relacionados com estes aspectos ou variáveis – exemplo: custo total da água consumida/m<sup>3</sup>; custo total de tratamento de efluentes/kg DBO<sub>5</sub>; receita líquida/kg adicional de farinha de carne. São importantes para quantificar eventuais benefícios financeiros dos resultados obtidos;

10. *Implementar as medidas de P+L* conforme planejadas, com cuidado, acompanhamento e de forma efetiva, garantindo que seja(m) executada(s) por todos os envolvidos; continuar as mesmas medições referidas no item 8 DURANTE a implementação e DEPOIS dela, durante um período representativo (1);

11. Com os dados medidos ANTES e DEPOIS da implementação, fazer uma avaliação do seu resultado, apontando as reduções e melhorias obtidas – *ganhos quantitativos*, ambientais e econômicos; verificar e apontar também eventuais *ganhos qualitativos* (eventual melhoria de qualidade do produto, do ambiente de trabalho, etc.);

12. Uma vez que se obteve bons resultados, a *equipe* deve divulgar todos eles de forma adequada, para toda a empresa; a *equipe* e a *direção da empresa* devem reconhecer publicamente e recompensar todos os responsáveis pelo trabalho e pelos resultados;

13. Programar e reforçar treinamento nas modificações implementadas, para consolidá-las;

14. Verificar se há possíveis melhorias a serem feitas em relação à(s) medida(s) de P+L implementada(s); caso haja, programá-las e executá-las; fazer novo treinamento, se necessário;

15. Organizar e arquivar todos os documentos e registros gerados neste trabalho, para auxílio e melhoria de trabalhos futuros similares.

(1) Qualidade das medições: procurar utilizar instrumentos de boa qualidade, calibrados, aferidos; registrar as medições em planilhas adequadas e bem identificadas (nome do parâmetro ou variável medida, data da medição, pontos/locais de medição, etc.); quantidade das medições: que seja significativa e representativa dos processos e de suas variações.

Com a execução de um plano deste tipo, pode-se:

- Conseguir melhores resultados das medidas de P+L;
- Mostrar os resultados de forma quantificada e mais organizada;
- Gerar mais motivação;
- Aumentar a possibilidade de consolidar P+L na rotina ou na estratégia de melhoria contínua da empresa.

Seguem algumas referências gerais para P+L.

**CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)** – Setor de Tecnologias de Produção mais Limpa: conceitos, documentos (“Série P+L”) e projetos de P+L para setores produtivos específicos, lista-links com “sites” relativos (Brasil e mundo), casos de sucesso em P+L. “Site” geral: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/apresentacao.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/apresentacao.asp)

**CNTL (SENAI – RS/PNUMA):** Centro Nacional de Tecnologias Limpas (1995). Atividades do centro: destacam-se a divulgação de diversos projetos e estudos de caso e realização de cursos de formação de consultores em P+L. Projetos de P+L em parceria com empresas/outras instituições. “Site”: <http://www.senairs.org.br/cntl>

**Rede Brasileira de P+L (CNTL/SEBRAE/CEBDS):** organização nacional que visa promover o desenvolvimento sustentável nas micro e pequenas empresas no país, difundindo estratégias de ecoeficiência e provocando o processo de mudança cultural com relação aos processos, produtos e serviços das mesmas. Utiliza-se de ferramentas, tais como a metodologia de P+L, para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor produtivo brasileiro; principais órgãos de apoio: núcleos de P+L em vários estados, ligados às federações de indústrias locais,

para diagnóstico ambiental, assistência técnica e capacitação em P+L a empresas de diversos segmentos e atividades. "Site": <http://www.pmaisl.com.br>; neste "site", também há "links" para outras instituições que trabalham com P+L; em seu "link" "publicações", é possível acessar e obter os documentos:

- *Cartilha Sebrae PmaisL*  
- *Guia da Produção mais Limpa*

**TECLIM:** Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos (1998) – tem o objetivo de estabelecer e dinamizar cooperação interinstitucional para realização de estudos e experiências no sentido de ampliar e aprofundar o conceito de tecnologias limpas na prática produtiva em geral e mais especificamente na produção industrial, assim como, simultaneamente, iniciar o desenvolvimento de ações que as tornem realidade. Participação: Universidade Federal da Bahia, outros centros de educação, pesquisa e desenvolvimento locais, Centro de Recursos Ambientais, várias instituições representativas da indústria e algumas empresas. "Site": <http://www.teclim.ufba.br>

**UNEP** - United Nations Environment Programme (PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) - "Production and Consumption Branch – Cleaner Production" – P+L para setores produtivos: programas, projetos, documentos, etc. "Site": <http://www.unep.fr/pc/cp>









## 5. Referências

## 5. Referências

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Site corporativo. Disponível em <http://www.abiec.com.br>

ABIECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. Site corporativo. Disponível em <http://www.abiecs.org.br>

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Gasi, T. M. T. **Caracterização, reaproveitamento e tratamento de resíduos de frigoríficos, abatedouros e graxarias.** São Paulo: CETESB, fev. 1993.

\_\_\_\_\_. Informações de empresa do setor de abate e frigoríficos (bovinos e suínos) do estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2003.

\_\_\_\_\_. Informações de empresa do setor de abate e frigoríficos (bovinos e suínos) do estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2004.

\_\_\_\_\_. Informações de empresas do setor de abate e frigoríficos (bovinos e suínos) do estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2006.

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

Environment Waikato – Regional Council; MIRINZ Food Technology and Research. **Meat and animal processing industry – environmental guidelines.** Nova Zelândia: Environment Waikato, jun. 1999. Disponível em <http://www.ew.govt.nz/enviroinfo/waste/businessandindustry/documents/meatGuidelines.pdf>

IPPC – INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL. **Reference document on best available techniques in the slaughterhouses and animal by-products industries.** Sevilha, Espanha: EIPPCB, mai. 2005. Disponível em <http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>

\_\_\_\_\_. **Reference document on best available techniques in the food, drink and milk industries.** Sevilha, Espanha: EIPPCB, jan. 2006. Disponível em <http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm>

SIC - SERVIÇO DE INFORMAÇÃO DA CARNE. **Produção de carne.** Site corporativo. Disponível em <http://www.sic.org.br/producao.asp>

UK Government – Envirowise - Environmental Technology Best Practice Programme; WS Atkins Environment. **Reducing water and effluent costs in red meat abattoirs.** Reino Unido: Crown, ago.2000.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA – DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. **Cleaner production assessment in meat processing**. Paris: UNEP, 2000. Disponível em <http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/index.htm>

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; The University of Queensland; DSD - Department of State Development, Queensland. **Eco-efficiency manual for meat processing**. Austrália: Meat and Livestock Australia Ltd, ago. 2002. Disponível em <http://www.p2pays.org/ref/22/21981.pdf>

## ANEXO - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação ambiental básica a ser cumprida pelos estabelecimentos industriais de São Paulo, dentre eles os frigoríficos, é a que se destaca a seguir - sem prejuízo de eventuais exigências legais adicionais, a critério dos órgãos competentes.

Geral:

– Artigos 2º e 3º do Regulamento da Lei Nº. 997/76, aprovado pelo Decreto Nº. 8468/76, com suas novas redações e atualizações (decreto estadual).

Poluição Hídrica:

- Artigo 18 ou 19-A do Regulamento da Lei Nº. 997/76, aprovado pelo Decreto Nº. 8468/76, com suas novas redações e atualizações (decreto estadual).
- Outras exigências eventualmente existentes estabelecidas pelo serviço municipal de água e esgoto (locais)
- Eventuais exigências adicionais relativas à qualidade de corpos d'água receptores específicos (locais)

Poluição do Ar:

– Artigos 31º, 33º ao 38º, 41º e 42º do Regulamento da Lei Nº. 997/76, aprovado pelo Decreto Nº. 8468/76, com suas novas redações e atualizações (decreto estadual).

Poluição do Solo / Resíduos Sólidos Industriais:

– Artigos 51º ao 56º do Regulamento da Lei Nº. 997/76, aprovado pelo Decreto Nº. 8468/76, com suas novas redações e atualizações (decreto estadual).

Poluição por Ruído e Vibração:

– Resolução CONAMA Nº. 001/90 e Norma ABNT – NBR 10151 (Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade) – âmbito federal

Licenciamento ambiental:

– Artigos 57º ao 75º do Regulamento da Lei Nº. 997/76, aprovado pelo Decreto Nº. 8468/76, com suas novas redações e atualizações (decreto estadual). Destaca-se, particularmente, o Decreto Estadual Nº. 47.400/02, que dispõe sobre validade e renovação das licenças ambientais de operação; no seu Artigo 2º, parágrafos 4º e 5º, está disposto que evidências de “melhoria de desempenho ambiental”, constatadas pelo órgão licenciador, podem dar benefícios aos empreendedores no licenciamento, como extensão da validade de suas licenças. **Neste ponto, é importante ressaltar que Produção mais Limpa (P+L) é um instrumento importante para melhoria de desempenho ambiental.**



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**

