

FERNANDO DUQUE BARROS

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE
ORIGEM ANIMAL: UM ESTUDO
QUALITATIVO ENTRE PROCESSOS
CONTÍNUOS E DESCONTÍNUOS E A
GERAÇÃO DE ODORES FUGITIVOS**

SÃO CAETANO DO SUL

2007

FERNANDO DUQUE BARROS

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE
ORIGEM ANIMAL: UM ESTUDO
QUALITATIVO ENTRE PROCESSOS
CONTÍNUOS E DESCONTÍNUOS E A
GERAÇÃO DE ODORES FUGITIVOS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Linha de pesquisa: Impacto ambiental de processos químicos.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Antônio Licco.

SÃO CAETANO DO SUL

2007

Barros, Fernando Duque

Reciclagem de resíduos de origem animal: um estudo qualitativo entre processos contínuos e descontínuos e a geração de odores fugitivos / Fernando Duque Barros. –São Caetano do Sul: IMT-CEUN, 2007.

136 p.

Trabalho de Mestrado-Centro Universitário Mauá, São Caetano do Sul, 2007.

1. Engenharia Química – Reciclagem de resíduos de origem animal I. Barros, Fernando D. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

FERNANDO DUQUE BARROS

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE ORIGEM
ANIMAL: UM ESTUDO QUALITATIVO
ENTRE PROCESSOS CONTÍNUOS E
DESCONTÍNUOS E A GERAÇÃO DE
ODORES FUGITIVOS**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Eduardo Antônio Licco, pela orientação, colaboração e sugestões apresentadas.

A minha esposa e filha, pela paciência e compreensão.

Aos meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo.

Ao Eng. Luís Lima, Coordenador Técnico de Manutenção da RAZZO, e ao Sr. Antonio Carlos Giglio, Diretor da Giglio S.A., pelas valiosas informações e sugestões.

Às sociólogas Eliana de Mello Braga e Maria Zumilde Ramos de Souza, da CETESB, pelas informações e colaborações.

A todos aqueles que direta ou indiretamente auxiliaram na realização deste trabalho.

RESUMO

A palavra reciclagem está intimamente relacionada a produtos como vidros, plásticos, metais e papeis, contudo há produtos diferentes destes que sofrem este processo. A reciclagem de resíduos de origem animal se encaixa nesta situação, sendo desconhecida da sociedade e apresentando um papel relevante ao meio ambiente, além de econômico, para o segmento que produz e comercializa carne. Estes resíduos são gerados no abate de animais para consumo humano e casas que comercializam as carnes e podem ser transformados em produtos como sebos e farinhas de carne e ossos em plantas industriais denominadas de graxarias. Estas plantas apresentam potencial poluidor, como todo processo industrial, sendo os odores fugitivos o maior problema, por justamente, apresentarem incômodo nas vizinhanças. Como os odores emitidos estão diretamente relacionados ao processo industrial e ao manejo da matéria prima, se estudou a possibilidade de minimizar seus impactos através da mudança da digestão dos resíduos de batelada para contínuo, além de uma política adequada de gestão ambiental. Para o desenvolvimento da pesquisa se realizou um estudo de caso com as plantas da Giglio e da Razzo, a primeira utilizando digestão por batelada e a segunda digestão contínua, onde se obteve dados dos processos com os gestores de cada planta, além da visão das empresas com relação ao problema do odor. Para completar o estudo se obteve informações na CETESB relativas a reclamações de odores de cada planta durante um período de 12 anos. Após análise das informações foi possível observar que, de fato, a modificação do processo de digestão por batelada para contínuo apresenta resultados relevantes quanto ao problema dos odores fugitivos e se forem aliados a planos de gestão ambiental e boas práticas de engenharia podem minimizar substancialmente os impactos destes poluentes na comunidade circunvizinha à planta.

Palavras-chave: reciclagem, carne, graxaria, sebo, farinha animal, odor.

ABSTRACT

The word recycle is intimately related to products as glasses, plastics, metals and papers, however has products different from these that suffer this process. The recycle of residues of animal origin is inserted in this situation, being ignored of the society and presenting an important paper to the environment, besides economic, for the segment that produces and it markets meat. These residues are generated in the slaughter of animals for human consumption and houses that market meats, and they can be transformed in products as grease and meat and bones flours in industrial plants denominated rendering facilities. These plants present potential pollution, as every industrial process, being the fugitive odors the largest problem, for exactly, they present uncomfortable in the neighborhoods. As the emitted odors are directly related to the industrial process and the handling of the raw materials, was studied the possibility to minimize its impacts through the change of the digestion of the residues by batch to continuous, besides an adapted politics of environmental administration. For the developed of the research took place a study of case with the plants of Giglio and of Razzo, the first using digestion by batch and the second continuous digestion, where was obtained data of the processes with the managers of each plant, besides the vision of the companies with relationship to the problem of the odors. To complete the study, data was obtained from CETESB relative to complaints of odors of each plant during a period of 12 years. After analysis of the information was possible to observe that, in fact, the modification of the cooking process by batch to continuous presents important results with relationship to the problem of the fugitive odors and if was allied to plans of environmental administration and good engineering practices can minimize substantially the impacts of these pollution in the surrounding community to the plant.

Key words: recycle, meat, render, grease, animal flour, odors.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 O PROBLEMA: RESÍDUOS DE ORIGEM ANIMAL	11
1.2 HIPÓTESE CENTRAL DO ESTUDO	13
2 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 CARNE: INDÚSTRIA E IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL	15
3.1.1 A importância nutricional da carne.....	18
3.1.2 Carne, ossos e gordura – A carcaça animal	20
3.1.2.1 Carne.....	21
3.1.2.2 Ossos.....	24
3.1.2.3 Gorduras.....	24
3.2 RENDIMENTO DAS CARCAÇAS	27
3.3 SUBPRODUTOS DO ABATE ANIMAL.....	30
3.3.1 Subprodutos comestíveis	31
3.3.2 Subprodutos não comestíveis.....	34
3.3.2.1 Com fins farmacêuticos	34
3.3.2.2 Com fins industriais	38
3.3.2.2.1 Peles, pêlos e lãs.....	38
3.3.2.2.2 Gorduras, ossos e aparas de tecidos animais	40
3.4 DESTINAÇÃO DOS ROA	42
3.4.1 Reciclagem de ROA	45
3.5 OS PROCESSOS INDUSTRIAIS DE RROA – GRAXARIAS.....	45
3.5.1 Procedimentos em Graxarias	49
3.5.2 Processos de digestão da matéria animal	51
3.5.2.1 Processo por via úmida	51
3.5.2.2 Processo por via seca	53
3.5.2.2.1 Processo por batelada	54
3.5.2.2.2 Processo contínuo.....	57
3.6 REGULAMENTAÇÃO PARA O PROCESSAMENTO DE ROA.....	61
3.7 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS GRAXARIAS.....	62
3.7.1 Poluição atmosférica.....	62
3.7.2 Poluição atmosférica nas Graxarias: o problema do odor.....	64
3.7.3 Métodos de controle e tratamento de odores nas Graxarias.....	70
3.7.3.1 Pós-queimador	71
3.7.3.2 Condensação	72
3.7.3.3 Absorção	74
3.7.3.4 Adsorção	75
3.7.3.5 Biofiltração	76
4 METODOLOGIA.....	79

5 O ESTUDO DE CASO	83
5.1 ASPECTOS GERAIS DAS PLANTAS	83
5.2 PROCESSO INDUSTRIAL	87
5.3 CONTROLE DE POLUENTES.....	92
5.4 O PROBLEMA DO ODOR NAS PLANTAS DA GIGLIO E DA RAZZO	93
5.5 ADEQUAÇÃO A INSTRUÇÃO NORMATIVA 15.....	96
6 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
6.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS UNIDADES ESTUDADAS	99
6.1.1 Temperatura de cocção	101
6.1.2 Sistema de Tratamento de compostos odorantes	101
6.1.3 Reclamação da vizinhança.....	102
6.1.4 Gestão	103
6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICE A: GORDURAS E SEBOS.....	117
APÊNDICE B: FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL	120
APÊNDICE C: ENCEFALOPATIAS	125
APÊNDICE D: A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NAS PROTEÍNAS	127
ANEXO A: RIISPOA - TÍTULO VII, CAPÍTULO V, SEÇÃO IV.....	129
ANEXO B: CARTA DA SINCOBESP PARA O MAPA.....	132
ANEXO C: DECRETO ESTADUAL Nº 8.468/76 (SÃO PAULO), CAPÍTULO II	134

1 INTRODUÇÃO

Sem a preocupação inicial com o meio ambiente e os recursos naturais, a sociedade moderna promoveu um modelo de desenvolvimento acreditando que os suprimentos de energia e matéria seriam inesgotáveis e que o meio teria uma capacidade infinita de reciclar matéria e absorver resíduo (BRAGA *et al.*, 2002). O consumo desenfreado acarretou em uma prática predatória dos ecossistemas do planeta, gerando degradação e poluição (BERNARDES e FERREIRA, 2003), a ponto de a natureza não mais intervir com eficácia, uma vez, que o volume e a qualidade dos detritos ultrapassaram a sua capacidade de assimilação (RICKLEFS, 2003).

Dentro deste contexto, as cidades podem ser encaradas como as maiores propulsoras dos impactos que o homem causa na natureza e onde mais se alteram os recursos naturais, pois, são permeadas por trocas e conversões de grandes quantidades de matéria e energia (SOBRAL, 1996).

Somente conter o crescimento industrial e comercial não soluciona o problema da degradação ambiental, uma vez, que a população, por si só, é uma grande geradora de resíduos urbanos (PITTA, 2003).

De todas as possibilidades terminais de tratamento de resíduos a reciclagem é considerada a mais adequada, tanto por razões ecológicas como econômicas, retirando do fluxo terminal os dejetos destinados aos aterros e a incineração. A reciclagem, portanto, é uma das etapas essenciais do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos de uma comunidade, junto com políticas de redução e reutilização (SCARLATO e PONTIN, 1993).

A reciclagem de materiais pode ser entendida como sendo o processo através do qual o constituinte de um determinado composto passa, num momento posterior, a ser componente

de outro produto; sendo classificada em primária, secundária, terciária e quaternária. A reciclagem primária, ou industrial, é o reaproveitamento de insumos, geralmente dentro de uma fábrica, onde o material reciclado apresenta características similares ao original. Na reciclagem secundária, ou pós-consumo, se obtém produtos diferentes do original, pois está associada a um nível maior de contaminação; é o caso dos resíduos urbanos. Reciclagem terciária, ou química, implica no processamento de um material com o objetivo de se manter os componentes químicos originais. Já a reciclagem quaternária, ou energética, reutiliza o conteúdo energético da matéria, utilizando, basicamente, processos de combustão (TEIXEIRA e ZANIN, 1999).

Segundo SCARLATO e PONTIN (1993), uma das etapas mais onerosa do processo de tratamento de resíduos é a adequada separação dos mesmos. Portanto, se um resíduo apresenta potencial industrial, deve-se ao máximo evitar que seja tratado como lixo comum e acondicionado em conjunto com outros detritos.

Como observa PITTA (2003), a Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), através de programas de coleta seletiva e reciclagem, tem por meta reduzir em 30% os despejos de resíduos nos aterros sanitários num prazo de 10 anos.

Na tentativa de impulsionar os programas, a PMSP elaborou a Lei 13430/02 que prevê em seu artigo 70, inciso VIII, o incentivo ao reuso e fomento à reciclagem. Este mesmo dispositivo legal, em seu artigo 71, menciona as diretrizes para a política de Resíduos Sólidos, e dispõe em seu inciso VI: “*o estímulo à segregação integral de resíduos sólidos na fonte geradora e a gestão diferenciada*”; e ainda no inciso XVII: “*a diminuição da distância entre as fontes geradoras de resíduos e os centros de recepção e tratamento,...*” (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2002).

Como observa RICKLEFS (2003), se há pretensão de se deixar um mundo habitável para as futuras gerações, deve-se atingir uma relação sustentável com o resto da biosfera. Isso

exigirá desenvolver fontes de energia sustentáveis e proporcionar a regeneração de nutrientes e outros materiais; além de restaurar *habitats* deteriorados.

Dentre os inúmeros tipos de resíduos gerados pela sociedade moderna merecem destaque os oriundos do abate de animais e preparo de carnes para consumo humano, pois, apresentam quantidades significativas, além de problemas sanitários e ambientais. São geralmente gerados em áreas urbanas e podem causar impactos indesejáveis pelo alto teor orgânico que contêm. Esses resíduos são normalmente chamados de resíduos de origem animal (ROA)¹ e serão explicitados no item seguinte.

1.1 O PROBLEMA: RESÍDUOS DE ORIGEM ANIMAL

Os principais ROA gerados pelo processamento e consumo de carnes são os ossos, aparas de tecidos adiposos e musculares, órgãos e glândulas, penas, pêlos e peles, sangue, chifres e cascos, e resíduos de carcaças após desossa em comércio varejista.

Esses resíduos não devem sofrer disposição final em lixões e aterros sanitários, pois suas características orgânicas e facilidade de putrefação apresentam grande potencial poluidor, como aumento da população de insetos, odores desagradáveis e contaminação de lençóis freáticos.

Alguns dos ROA podem se transformar em produtos de alto valor agregado passando a co-produtos, como no caso de peles e glândulas. Contudo, a maior parte dos resíduos são sobras de carnes, ossos e gorduras que podem se transformar em produtos vendáveis, como sebo industrial e farinhas de origem animal (FOA) para rações, sendo processados por

empresas de Beneficiamento de Subprodutos de Origem Animal, denominadas comumente de Graxarias.

Porém, como quase todo processo industrial, as Graxarias apresentam potencial gerador de poluentes, convivendo com as dificuldades naturais de controlá-los. Os resíduos sólidos praticamente inexistem, pois são aproveitados e utilizados no fabrico de farinhas ou adubos. Os líquidos podem ser controlados com razoável facilidade por processos físico-químicos e biológicos, não constituindo preocupação ambiental maior.

Já, os poluentes gasosos necessitam de grande atenção e controle por parte dos gestores industriais, por apresentarem odores incomodativos característicos de processos que envolvem a decomposição de material graxo e tecido animal (sulfetos orgânicos, dissulfetos, aldeídos com 4 a 7 carbonos, trimetilamina e várias aminas com 4 carbonos, quinolina², dimetil pirazina e outras pirazinas, ácidos orgânicos com 3 a 6 carbonos, além de cetonas, hidrocarbonetos alifáticos e compostos aromáticos).

Normalmente, os odores desagradáveis produzidos pelas Graxarias são considerados poluentes não tóxicos embora extremamente incomodativos, e o propósito básico é reduzi-los a um nível tal que resulte na sua não percepção, diminuindo ou eliminando reclamações justificadas da vizinhança.

Considerando que os odores emitidos nestes tipos de plantas estão diretamente relacionados à matéria prima (tipo e estado inicial) e à maneira de processá-la, e que os impactos são diretamente proporcionais à sua intensidade, o presente trabalho irá estudar os processos de reciclagem de resíduos de origem animal (RROA) praticados nas Graxarias independentes localizadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no intuito de verificar qual deles melhor atende às necessidades de diminuir a emissão desses poluentes.

¹ O termo será utilizado durante o trabalho, representando de forma simplificada os subprodutos, co-produtos e resíduos propriamente ditos, do abate de animais e oriundos do consumo destes.

² A quinolina é classificada como poluente perigoso, porém comparecendo em concentração de partes por bilhão (EPA, 1995).

Contudo, no desenvolvimento do trabalho não se perderá de vista a importância fundamental do setor para a cadeia produtiva da carne e o meio ambiente, já que os impactos gerados pela não reciclagem dos ROA seriam ainda maiores do que os poluentes atmosféricos do processo industrial.

1.2 HIPÓTESE CENTRAL DO ESTUDO

A hipótese do estudo é que através de uma melhor troca térmica no processo de digestão da matéria prima, pela mudança de batelada para contínuo, somada a uma melhor gestão do transporte, armazenamento e manuseio dos ROA, pode-se minimizar consideravelmente a emissão de odores indesejáveis pelas Graxarias.

2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo do trabalho é uma avaliação qualitativa entre os dois tipos de digestão dos ROA – batelada e contínuo – empregados em Graxarias e os odores fugitivos gerados, buscando demonstrar que o tratamento térmico ao qual a matéria-prima é exposta está diretamente relacionado à intensidade desses odores.

Já, os objetivos secundários serão apresentar uma visão geral dos diversos ROA, destacando a geração nos matadouros e casas de carnes; as aplicações industriais e formas seguras de disposição final, apontando, inclusive, as implicações ambientais e de saúde pública relacionadas com a não reciclagem desses resíduos e; apresentar os principais processos industriais utilizados em Graxarias, assim como as formas de tratamento e controle dos odores incomodativos gerados nessas unidades.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CARNE: INDÚSTRIA E IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL

A cadeia produtiva da pecuária de corte, organizada a partir do início da década de 80, pelo Conselho Produtivo da Pecuária de Corte, deu um sensível impulso ao desenvolvimento tecnológico de todos os setores satélites, organizando e alavancando pesquisas nos abatedouros, frigoríficos, curtumes, setor de calçados e outros afins. O setor da pecuária de corte emprega 8,5 milhões de trabalhadores diretamente, sendo que a pecuária bovina ocupa dois de cada três hectares destinados a atividades rurais (FAPESP, 2003).

A tabela 3.1 projeta um crescimento interessante na produção da carne bovina brasileira, que passará de 7.143.308 toneladas equivalentes de carcaça de 2002, para 9.115.107 toneladas em 2012, uma taxa de crescimento ao redor de 28 %. Neste mesmo período as exportações da carne bovina deverão aumentar 170 % em quantidade e 275 % em valor monetário (ANUALPEC, 2003).

TABELA 3.1 – PROJEÇÕES BRASILEIRAS DE CARNE BOVINA PARA 2012

Características	2002	2012
• Rebanho (cabeças)	167.412.089	181.834.387
• Produção (tonelada equivalente de carcaça)	7.143.308	9.115.107
• Exportação (tonelada equivalente de carcaça)	930 mil	2,5 milhões
• Exportação (US\$ bilhão)	1,20	4,50

FONTE: ANUALPEC, 2003.

A pecuária de corte não tem crescido somente no Brasil, como observa a Organização Mundial para a Alimentação e Agricultura (FAO³) que indica um incremento de 80.000.000 toneladas no consumo mundial de carne para 2020, sobre os dados de 2001 (tabela 3.2), sendo que, provavelmente, 67.000.000 toneladas serão nos países em desenvolvimento (ANUALPEC, 2003).

Na tabela 3.2 pode-se notar a evolução do consumo de carne desde 1985, assim como a taxa de crescimento quinquenal, demonstrando a tendência de crescimento no consumo mundial, principalmente na carne de frango.

TABELA 3.2 – CONSUMO MUNDIAL DE CARNE E TAXAS DE CRESCIMENTO

Carnes	Consumo em 10 ⁶ toneladas				Taxa de crescimento quinquenal em %		
	1985	1990	1995	2001	85-90	90-95	95-01
• Bovina	42,3	47,4	45,1	48,2	2,3	- 1,0	1,1
• Suína	54,3	65,5	73,1	82,9	3,8	2,2	2,1
• Frango	25,8	36,5	43,1	59,8	7,2	3,4	5,6
TOTAL	122,0	149,0	161,0	191,0	4,0	1,5	2,8

FONTE: ANUALPEC, 2003.

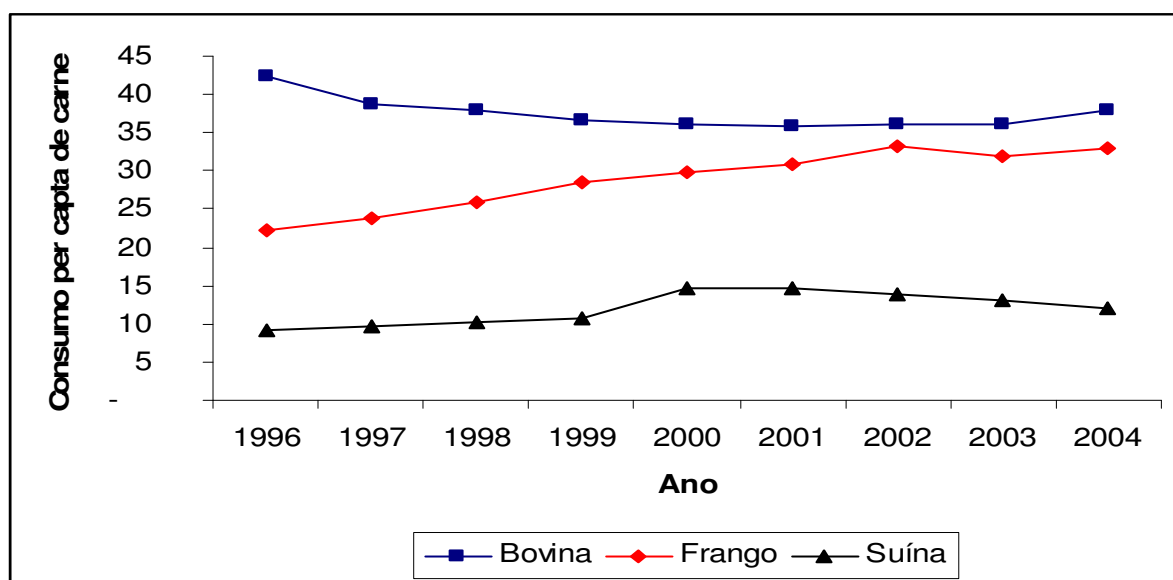
O consumo de carne constitui-se em um critério essencial para o estabelecimento do nível de vida da população, sendo que a tendência à diminuição ou elevação é considerada como muito significativa (TEUTEBERG e FLANDRIN, 1998). Segundo AMAYA-FARFAN (2001), o consumo físico de carne nos centros metropolitanos brasileiros é razoável, porém, ainda é sensivelmente afetado pela renda familiar, podendo, desta forma, se estabelecer uma relação direta à renda *per capita* e o consumo da carne.

Nota-se no gráfico 3.1 que o consumo *per capita* de carne de frango vem crescendo ano após ano no Brasil, provavelmente relacionado ao custo mais acessível deste tipo de carne, apresentando uma ligeira estagnação a partir de 2002. O consumo de carne bovina vem decrescendo, porém com ligeira recuperação em 2004, que pode estar relacionado ao grande

³ FAO é a sigla em língua inglesa (*Food and Agriculture Organization*).

momento que a indústria da pecuária – matadouros e frigoríficos – vive e ao baixo preço do boi gordo.

Já, a carne suína vem ganhando espaço entre os consumidores, contudo seu consumo não está enraizado na cultura alimentar brasileira, apresentando ainda uma sensação de alimento não saudável junto aos consumidores.



FONTE: Adaptado de ANUALPEC, 2005.

GRÁFICO 3.1 – CONSUMO *PER CAPITA* DE CARNE NO BRASIL (kg / HABITANTE / ANO)

Porém, como aponta BELLAYER (2003a), o êxito impressionante da produção e consumo de carne pode gerar 3 milhões de toneladas/ano de subprodutos não comestíveis, somente no Brasil, provenientes do abate e consumo de carne de bovinos, suínos e aves. Contudo, o autor expõe que se forem bem industrializados, esses subprodutos, podem proporcionar uma receita extra de R\$1,5 bilhão/ano.

O Sindicato Nacional de Coletores e Beneficiadores de Sub Produtos de Origem Animal (Sincobesp) estima que o setor brasileiro de beneficiamento dos ROA congregue cerca de 200 empresas, empregando aproximadamente 15.000 pessoas diretamente (SINCOBESP, 2004).

Vale ressaltar, que o aproveitamento racional dos subprodutos, além de apresentar importância econômica na matriz de custo da carne, é de extrema relevância sob os aspectos ambiental e de saúde pública, pois, se não fossem aproveitados, se transformariam em poluentes de difícil trato e em focos de disseminação de doenças (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

3.1.1 A importância nutricional da carne

O ancestral do homem moderno experimentou uma evolução extraordinária em termos comportamentais, aumento na estatura, aumento da dimensão do cérebro e fertilidade, quando se tornou caçador-coletor e consumia caça em abundância. Quando se tornou agricultor devido ao esgotamento de caças (aproximadamente 10.000 anos atrás) sofreu redução na estatura, aumento na mortalidade infantil, redução da expectativa de vida, aumento na incidência de doenças infecciosas, aumento na anemia por falta de ferro, aumento na incidência de osteomalacia, distúrbios minerais nos ossos e aumento no número de cárie dentária e defeitos no esmalte (ARIMA, 2003).

Segundo KLOETZEL (1974) o ciclo alimentar humano é uma cadeia metabólica que se inicia com os vegetais, passa pelos animais inferiores e culmina nas aves, peixes e mamíferos. A eficiência metabólica deste processo é baixa, aproveitando-se apenas 10% da energia de um nível inferior para outro superior, sendo que somente metade desta quantidade será utilizada para a fabricação de tecido vivo.

Como é de conhecimento notório, as proteínas constituem-se em um importante nutriente da dieta humana, particularmente como carnes, queijos, ovos e certos vegetais, sendo utilizadas, principalmente, para a construção e reparação dos tecidos musculares. Neste

sentido, PHILLIPSON (1977) alerta que dificilmente a humanidade será totalmente vegetariana, uma vez que as colheitas que mais produzem valor calórico são as mais deficientes em proteínas. PRÄNDL *et al* (1994) reforçam essa idéia mostrando que o valor nutritivo e concentração das proteínas da carne são muito superiores às dos vegetais.

Considerando-se que o organismo humano é incapaz de sintetizar 8 dos 20 aminoácidos que compõem as proteínas do tecido muscular, torna-se necessário o aporte exógeno. Neste sentido, a carne apresenta-se como excepcional provedora, como se pode notar na tabela 3.3, além de excelente fonte de vitaminas do complexo B, ferro e outros minerais (CANHOS e DIAS, 1983).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) uma dieta humana normal deve conter 60 a 90 g/dia de proteínas e a mesma faixa para as gorduras. Deste aporte protéico, 30% ou mais deve corresponder a proteínas animais. Já as gorduras devem satisfazer uma relação ótima de 1:1 entre animais e vegetais (TORRE e GARCÍA, 1991).

TABELA 3.3 – NECESSIDADES DIÁRIAS MÉDIAS DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS E PROPORÇÕES FORNECIDAS POR VÁRIOS ALIMENTOS – % DAS NECESSIDADES DIÁRIAS FORNECIDAS POR 100g DE ALGUNS ALIMENTOS

Aminoácidos	mg/dia	Ovo (inteiro)	Leite (vaca)	Carne (bovina)	Trigo (integral)	Arroz (integral)	Milho (integral)	Batata
• Isoleucina	700	100	30	140	74	46	81	11
• Leucina	1100	93	36	134	82	45	109	176
• Lisina	800	86	31	205	44	22	23	21
• Metionina	1100	33	8	47	30	28	23	5
• Fenilalanina	1100	58	16	67	61	27	36	11
• Treonina	500	112	30	168	86	46	60	28
• Triptofano	250	52	18	120	62	32	19	16

Fonte: LAWRIE, 1974 *apud* CANHOS e DIAS, 1983.

A gordura apresenta relevante importância na dieta alimentar como reserva energética, sendo que DOMENE (2002) afirma que cortes magros cozidos de 100 g de carne bovina podem fornecer ao redor de 186 calorias, enquanto que cortes com maior teor de gordura chegam a mais de 300 calorias.

Ao contrário do que muita gente pensa, as gorduras presentes na carne apresentam teores ao redor de 50% de ácidos graxos insaturados, não justificando sua reputação de gordura saturada, como é propalada nos meios de comunicação (SCHWEIGERT, 1994).

3.1.2 Carne, ossos e gordura – A carcaça animal

As partes animais de bovinos, suínos e ovinos, preparadas para comercialização de suas carnes, compostas basicamente de tecidos musculares, adiposos e conectivos, ossos, e grandes vasos sanguíneos, são definidas por LAWRIE (1991) como carcaças. Para frangos e aves DANILOV (1969) define carcaças como as estruturas contendo peles, ossos, músculos e gorduras. TORRE e GARCÍA (1991) apontam que três tecidos formam fundamentalmente as carcaças animais, são eles: o muscular (que representa os tecidos nobres e majoritários), o adiposo e o ósseo.

No sentido estrito da palavra, o termo carne inclui, basicamente, o tecido muscular esquelético que representa entre 40-50% da massa corporal total do animal (PRÄNDL *et al.*, 1994). Segundo FORREST *et al.* (1979), carne é todo tecido animal que pode ser empregado como alimento. De maneira geral, o termo carne é empregado para a carcaça completa, ou seja, músculos, tecidos adiposos, ossos, tendões, órgãos comestíveis e glândulas (PARDI *et al.*, 1993). Em particular, DANILOV (1969) define como carne de frango apenas a carcaça – com a pele – sem penas, sangue, órgãos internos não comestíveis (intestinos), pés e cabeça.

A carne pode ser dividida em “vermelha” e “branca”. Basicamente, as “vermelhas” são as carnes de bovinos, suínos, caprinos, ovinos, bufalinos e etc. Já, as carnes brancas são provenientes das aves domésticas, normalmente galinhas e perus (PARDI, 1993).

Em relação à composição química elementar do corpo animal, MERKEL (1994) aponta que existem por volta de 33 elementos químicos, sendo os mais abundantes o oxigênio, o carbono, o hidrogênio e o nitrogênio, como se pode notar na tabela 3.4.

TABELA 3.4 – COMPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES NO CORPO ANIMAL

Elementos químicos	% em massa no corpo animal
• Oxigênio	65,0
• Carbono	18,0
• Hidrogênio	10,0
• Nitrogênio	3,0
• Cálcio	1,5
• Fósforo	1,0
• Potássio	0,35
• Enxofre	0,25
• Sódio	0,15
• Cloro	0,15
• Magnésio	0,05

FONTE: MERKEL, 1994.

Grande parte do oxigênio e do hidrogênio se encontra na forma de água, que constitui dois terços da massa corpórea animal, e praticamente todo o nitrogênio e boa parte do carbono estão na forma de proteínas, lipídeos e outros compostos orgânicos. Fato que justifica com que os 4 elementos juntos participem com 96% da massa corporal animal (MERKEL, 1994).

3.1.2.1 Carne

Na carne magra encontra-se o tecido muscular e a gordura intramuscular do animal, sendo que os principais componentes são as proteínas, a água, os sais minerais, as vitaminas, os carboidratos e as próprias gorduras (CANHOS e DIAS, 1983).

Conforme aponta SCHWEIGERT (1994), a carne magra pode apresentar, em média, 20% de proteínas, 9% de gorduras, 70% de umidade e 1% de cinzas. A tabela 3.5 destaca a composição média de tecidos magros de vacas, frangos, cordeiros e porcos, onde se pode notar que não existem grandes variações entre as espécies selecionadas.

TABELA 3.5 – COMPOSIÇÃO DO TECIDO MAGRO DE ANIMAIS DE CORTE (%)

Espécie	Água	Proteínas	Lipídeos	Cinzas
• Vaca	70 – 73	20 – 22	4 – 8	1,0
• Frango	73,7	20 – 23	4,7	1,0
• Cordeiro	73	20	5 – 6	1,4
• Porco	68 – 70	19 – 20	9 – 11	1,4

Fonte: FENNEMA, 1985 *apud* VARNAN e SUTHERLAND, 1998.

PRÄNDL *et al.* (1994) apontam que a água se apresenta como o componente mais abundante do tecido magro, entre 70 e 80%, sendo boa parte como água livre e o restante dissolvendo minerais, carboidratos, algumas proteínas e outras substâncias hidrossolúveis.

As proteínas são os principais compostos de importância nutricional presentes nas carnes magras, sendo formadas por cadeias peptídicas, isto é, aminoácidos ligados através de ligações de amida. As proporções em que estes aminoácidos se apresentam diferem uma proteína da outra (MORRISON e BOYD, 1986).

Para a nutrição, a qualidade de uma proteína depende basicamente da aptidão da mesma em fornecer ao organismo humano os aminoácidos essenciais nas quantidades necessárias (SCHWEIGERT, 1994). Uma vez que o homem não é capaz de sintetizar os aminoácidos essenciais, necessita de um aporte exógeno dos mesmos através da alimentação. Esses aminoácidos são basicamente oito: lisina, leucina, isoleucina, treonina, triptofana, valina, metionina e fenilalanina. Na infância a alimentação humana também necessita da histidina e arginina (TORRE e GARCÍA, 1991).

A carne e os produtos animais contêm porcentagens relativamente altas dos aminoácidos essenciais em proporções tais que cobrem facilmente as exigências nutricionais

(SCHWEIGERT, 1994). A porcentagem dos principais aminoácidos presentes nas carnes bovinas, suínas e caprinas, assim como as processadas e curadas, pode ser observada na tabela 3.6, destacando os aminoácidos essenciais e não essenciais.

Na carne magra também se encontra elementos minerais tais como os metais alcalinos, alcalinos terrosos, ferro, cloro, enxofre, fósforo e diversos oligoelementos (PRÄNDL *et al.*, 1994), sendo 40% do ferro presente na carne na forma de ferro-heme, mais facilmente aproveitado pelo organismo humano (DOMENE, 2002).

Dentre as vitaminas presentes no tecido magro as do complexo B são as de maior relevância, destacando-se a tiamina, a riboflavina e a niacina (CANHOS e DIAS, 1983).

A carne geralmente é pobre em carboidratos, menos de 1% em média, sendo o principal componente o glicogênio (FORREST *et al.*, 1979).

TABELA 3.6 – AMINOÁCIDOS PRESENTES NAS CARNES EM %

Aminoácidos	Carne Bovina	Carne Suína	Carne de Carneiro	Carnes processadas e curadas
Essenciais				
• Arginina	6,6	6,4	6,9	6,6
• Histidina	2,9	3,2	2,7	2,8
• Isoleucina	5,1	4,9	4,8	4,9
• Leucina	8,4	7,5	7,4	7,4
• Lisina	8,4	7,8	7,6	7,4
• Metionina	2,3	2,5	2,3	2,2
• Fenilalanina	4,0	4,1	3,9	4,0
• Treonina	4,0	5,1	4,9	3,9
• Triptofano	1,1	1,4	1,3	1,0
• Valina	5,7	5,0	5,0	5,2
Não essenciais				
• Alanina	6,4	6,3	6,3	6,4
• Ácido Aspártico	8,8	8,9	8,5	9,1
• Cistina	1,4	1,3	1,3	1,5
• Ácido Glutâmico	14,4	14,5	14,4	12,9
• Glicina	7,1	6,1	6,7	8,0
• Prolina	5,4	4,6	4,8	5,2
• Serina	3,8	4,0	3,9	4,2
• Tirosina	3,2	3,0	3,2	2,9

Fonte: SCHWEIGERT, 1994.

3.1.2.2 Ossos

Os ossos apresentam valor nutritivo relativamente baixo, sendo o componente de maior importância o colágeno protéico, que pode ser convertido em gelatinas por cocção (CANHOS e DIAS, 1983).

A matriz óssea apresenta ainda como principal componente inorgânico os sais de fosfato de cálcio. Também é possível encontrar bicarbonatos, magnésio, potássio, sódio e citratos em pequenas quantidades (PARDI *et al.*, 1993).

3.1.2.3 Gorduras

Em relação à gordura, DOMENE (2002) afirma que a carne bovina pode apresentar diferentes teores, variando entre 5 e 25% da massa corpórea do animal.

Além das gorduras, a carne contém outras substâncias com características físico-químicas semelhantes. São os fosfolipídios, os ésteres de colesterol, a colesterolina e outros (MORETTO e FETT, 1998).

O conjunto dessas substâncias é denominado de lipídios, sendo encontrado em diversos órgãos animais, principalmente nos tecidos adiposos – subcutâneo e intermuscular – e nos tecidos musculares – intramuscular e intracelular (DUGAN, 1994a; TORRE e GARCÍA, 1991).

VARNAN e SUTHERLAND (1998) afirmam que o tecido adiposo das carcaças animais contém geralmente cerca de 70% de triglicéridos, que segundo ZILLER *et al.* (1996)

são compostos orgânicos onde o glicerol (glicerina) se encontra combinado com outras três cadeias carbônicas de ácidos carboxílicos. Se os três ácidos carboxílicos forem iguais formará um triglicérido simples, caso contrário se formará um triglicérido composto.

Nestes tecidos estão presentes os ácidos carboxílicos saturados e insaturados. Entre os saturados, os de maiores proporções são o palmítico e o esteárico, já entre os insaturados, o oléico (LAWRIE, 1991).

A tabela 3.7 destaca a composição de ácidos carboxílicos presentes em gordura subcutânea de frangos, suínos, bovinos e ovinos. É possível notar o total de ácidos saturados e insaturados por espécie animal, observando que a gordura de frango é a que apresenta maior quantidade de ácidos insaturados, em relação às demais.

TABELA 3.7 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EM GORDURA SUBCUTÂNEA ANIMAL – % DO TOTAL DE ÁCIDOS GRAXOS

Ácidos Graxos	Frango	Suíno	Bovino	Ovino
• Láurico	-	Traços	0,1	0,1
• Mirístico	0,1	1,3	4,5	3,2
• Palmítico	25,6	28,3	27,4	28,0
• Esteárico	0,7	11,9	21,1	24,8
Saturados Totais	32,7	41,5	53,7	57,7
• Palmitoléico	7,0	2,7	2,0	1,3
• Oléico	20,4	47,5	41,6	36,4
• Linoléico	-	0,2	0,5	0,5
• Linolênico	21,3	6,0	1,8	3,5
Insaturados Totais	67,3	58,5	46,3	42,3

FONTE: FORREST *et al.*, 1979.

Os lipídios intramusculares apresentam composições semelhantes aos dos tecidos adiposos, porém os intracelulares são compostos basicamente por fosfoglicerídios e lipoproteínas (TORRE e GARCÍA, 1991).

A composição de ácidos carboxílicos da gordura de outros animais, também utilizados para consumo humano, assim como as temperaturas de fusão das gorduras internas e externas podem ser observadas na tabela 3.8. É importante ressaltar, que segundo DUGAN

(1994b) a temperatura de fusão para as gorduras é definida como sendo a temperatura em que toda a fase sólida desaparece.

TABELA 3.8 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS E TEMPERATURA DE FUSÃO DE ALGUMAS GORDURAS

Gordura de	Quantidade de ácido graxo em %					Temperatura de fusão °C	
	Oléico	Palmítico	Esteárico	Linoléico	Outros ácidos insaturados	Gordura interna	Gordura externa
• Bife de Vaca	47,7	25	25	1,8	0,45	49,6	47,2
• Carneiro	36 – 43	24,6 – 27,2	25 – 30,5	2,7 – 4,3	-	54	49,5
• Banha	50,4	24,6	15	5,7	0,82 - 10	46	37,5
• Cavalo	55,2	29,5	6,8	6,7	1,7	31,5	28,5
• Veado	38,5	1,5	60	-	-	52	48
• Camelo	47	37	16	-	-	48	36
• Cabra	38,4	25,5	28,1	-	5,6 - 8	48	45

Fonte: DANILOV, 1969.

Segundo DANILOV (1969) as temperaturas de fusão, apresentadas na tabela 3.8, dependem diretamente da predominância de ácidos graxos saturados ou insaturados. A gordura presente na carne de carneiro apresenta a menor quantidade do ácido oléico e maior temperatura de fusão. Já a gordura da carne de cavalo apresenta maior quantidade do ácido oléico e a menor temperatura de fusão. Este fato evidencia que a temperatura de fusão da gordura diminui com o aumento da concentração de ácidos carboxílicos insaturados.

DUGAN (1994b) aponta que entre as outras propriedades físico-químicas de interesse ligadas ao grau de insaturação das gorduras encontram-se a viscosidade – que aumenta com o tamanho da cadeia carbônica e diminui com o aumento de insaturação – e o índice de refração – que aumenta com o aumento de insaturações.

3.2 RENDIMENTO DAS CARÇAÇAS

A quantidade percentual obtida de carcaça do abate de um animal em relação a sua massa viva é conhecida como rendimento de carcaça (VARNAN e SUTHERLAND, 1998).

Em alguns casos, não mais que 50% da massa viva dos animais correspondem ao peso da carcaça (OCKERMAN e HANSEN, 1994). Neste sentido, conhecer a composição física da carcaça é fator importante para a determinação do rendimento em carne, isto é, quanto se pode obter efetivamente de carne por carcaça (SUGUISAWA *et al.*, 2001).

VARNAN e SUTHERLAND (1998) apontam que o rendimento de carcaça de cada espécie depende de vários fatores. No caso da carcaça de porco em comparação com a bovina, a primeira apresenta maior rendimento por aproveitar a pele e a carne da cabeça.

CRUZ *et al.* (2001) atentam para detalhe que o sistema de classificação de carcaças bovinas ainda não é totalmente adotado no Brasil, proporcionando abates de animais que não atingiram a terminação e o peso dos cortes cárneos desejados, diminuindo desta forma o rendimento da carcaça.

FORREST *et al.* (1979) esclarecem que o rendimento da carcaça depende basicamente dos fatores quantidade de gordura, desenvolvimento muscular e tamanho da carcaça, sendo que a quantidade de gordura externa, interna e intramuscular da carcaça é o principal componente negativo na interferência dos rendimentos. Os mesmos autores destacam, ainda, que o conhecimento dos rendimentos de carcaça é de suma importância, uma vez, que aparte do valor monetário, a conversão de produtos não comestíveis em outros úteis constitui uma importante função do ponto de vista sanitário, pois, todas as partes não comestíveis se não destinadas adequadamente acumulam e decompõem originando odores e atraindo insetos, roedores e artrópodes em suas zonas circunvizinhas.

As porções de subprodutos do abate de bovinos, porcos e cordeiros, assim como o rendimento das carcaças e seus desdobramentos podem ser observados na tabela 3.9. Esta tabela destaca os resíduos ossos, gorduras e tendões obtidos após o descarte da carcaça, que somados aos outros subprodutos e resíduos geram quantidades importantes, fato que justifica a preocupação com o destino adequado destes materiais.

TABELA 3.9 – PORÇÕES DE SUBPRODUTOS, CARCAÇA E CARNE SEM OSSO DE VÁRIOS ANIMAIS, EM % DO PESO VIVO

	Bovinos	Novilho	Porcos	Cordeiros
• Subprodutos e resíduos	49	40	22	52
• Carcaça	51	60	78	48
▪ Ossos, gorduras, tendões e perda de peso (água)	16	21	33	13
▪ Carne sem osso	35	39	45	35

Fonte: PRÄNDL *et al.*, 1994.

Na tabela 3.10, FORREST *et al.* (1979) apontam o rendimento de diversos produtos obtidos do abate de animais e, na tabela 3.11 RIEDEL (1987) aponta o rendimento de cortes de carne bovina em açougues, separando-os em quarto traseiro especial (carne de primeira) e quarto dianteiro (carne de segunda).

TABELA 3.10 – RENDIMENTO DE DIVERSOS PRODUTOS OBTIDOS DE ANIMAIS DE ABATE

Produto	Bovino kg	Ovino kg	Suíno kg
• Categoria	Primeira	Primeira	U.S. nº 1
• Peso vivo	455	45	100
• Carcaça	273	23	70
• Cortes para varejo	190	16	56
• Subprodutos			
▪ Couro ou pele	36	7	-
▪ Gordura comestível	50	4	16
▪ Miudezas (órgãos e vísceras)	17	1	4
▪ Sangue	18	2	4
• Gorduras não comestíveis, ossos e recortes	80	10	8
• Outros produtos – conteúdo estomacal e etc.	64	5	12

Fonte: FORREST *et al.*, 1979.

TABELA 3.11 – RENDIMENTO EM CORTES DE AÇOUGUE – CARNE BOVINA

	Quarto Traseiro Especial (sem a Ponta de agulha)	Quarto Dianteiro
• Carne	44 kg	31 kg
• Sebo e ossos	13 kg	9 kg
• Total do quarto	57 kg	40 kg

Fonte: RIEDEL, 1987.

É possível analisar o rendimento de tecido muscular, gordura, ossos, penas e sangue e vísceras de carcaças de frangos tipo I e II em relação ao peso vivo dos animais na tabela 3.12. Sendo os requisitos básicos para classificar as carcaças de aves em tipo I e II, segundo DANILOV (1969), apresentados na tabela 3.13.

TABELA 3.12 – RENDIMENTO MÉDIO DE CARCAÇAS DE FRANGOS EM % DE PESO VIVO POR TIPOS

Componente	Composição média das carcaças de frangos			
	Tipo I		Tipo II	
	%	Subtotal %	%	Subtotal %
• Tecido muscular	77,75		67,50	
• Gordura	9,00	84,75	7,00	74,50
• Ossos	5,50		9,00	
• Penas	2,75		4,50	
• Sangue e vísceras	7,00	15,25	12,00	25,50
Totais	100	100	100	100

Fonte: DANILOV, 1969.

Os subprodutos gerados na cadeia produtiva da carne, via de regra, são reciclados e transformados em matéria prima para outros segmentos da indústria, fato que OCKERMAN e HANSEN (1994) assinalam como de suma importância, pois o homem tem por responsabilidade, aproveitar ao máximo o sacrifício dos animais destinados para abate.

Ainda segundo OCKERMAN e HANSEN (1994), a reciclagem dos subprodutos do abate animal, não apresenta apenas o lado ecológico, mas também o econômico. É justamente através do aproveitamento destes subprodutos que o custo da carne pode ser minimizado, viabilizando seu consumo.

TABELA 3.13 – REQUISITOS BÁSICOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS CARCAÇAS DE AVES EM TIPOS I E II

Classe de ave	Tipo I	Tipo II
• Frangos (filhotes)	Músculos bem desenvolvidos, depósitos de gordura subcutâneo no abdome inferior e nas costas na forma de camadas contínuas.	Tecido muscular satisfatoriamente desenvolvido; pequeno depósito de gordura subcutâneo na parte inferior do abdome, podendo ser ausente se os músculos são bem desenvolvidos.
• Frangos e perus adultos (adultos)	Tecido muscular bem desenvolvido, grandes depósitos de gordura subcutânea no abdome e na região das costas; depósitos de gordura no peito.	Tecido muscular satisfatoriamente desenvolvido; pequenos depósitos de gordura subcutâneo na parte inferior do abdome e nas costas, podendo ser ausentes se os músculos são bem desenvolvidos.
• Patos (filhotes)	Tecido muscular bem desenvolvido, depósitos de gordura subcutânea cobrem toda a carcaça, exceto nas laterais, coxas e asas.	Tecido muscular satisfatoriamente desenvolvido; pequenos depósitos de gordura subcutâneo na parte inferior do abdome e nas costas, podendo ser ausentes se os músculos são bem desenvolvidos.
• Patos e gansos (adultos)	Tecido muscular bem desenvolvido, depósitos de gordura subcutânea cobrem toda a carcaça com uma camada fina, exceto nas asas; grande depósito de gordura na região abdominal.	Tecido muscular satisfatoriamente desenvolvido; insignificante depósito de gordura subcutânea na parte baixa do abdome.

Fonte: DANILOV, 1969.

3.3 SUBPRODUTOS DO ABATE ANIMAL

É errado pensar que a RROA surgiu recentemente. Existem evidências arqueológicas que sugerem que os primeiros homens que habitaram o planeta, muito antes da aparição da escrita, já utilizavam o couro animal para vestimenta e abrigos, assim como ossos para utensílios domésticos (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Os subprodutos do abate de animais podem ser classificados como comestíveis – sendo destinados à alimentação humana *in natura*, semiprocessados ou como matéria prima de outro produto alimentício – ou não comestíveis – sendo destinados a outras aplicações, tais

como, farinhas para ração animal, produtos farmacêuticos e etc. (PARDI *et al.*, 1996; OCKERMAN e HANSEN, 1994; CANHOS e DIAS, 1983; FORREST *et al.*, 1979).

FORREST *et al.* (1979) classificam como subprodutos do abate animal, tudo aquilo que apresenta valor econômico, aparte da carcaça para consumo. ROMAY (2001) diferencia subproduto de co-produto, sendo o último, os produtos do abate que repercutem na rentabilidade do processo, porém não sendo o objetivo principal. Nesta classe de produtos encontram-se as peles e alguns miúdos utilizados na indústria farmacêutica.

É importante destacar, que um subproduto tende a converter-se em resíduos quando a sua produção supera a demanda de mercado. A diferença, entre eles, reside no fato de que os resíduos representam custo para a indústria, pois, os mesmos necessitam atender a legislações ambientais no que tange a suas disposições finais e tratamentos.

PRÄNDL *et al.* (1994) assinalam, neste sentido, que apenas 10 % do peso bruto de um animal abatido são subprodutos aproveitáveis com valor econômico.

Atualmente, o principal objetivo é converter o máximo de resíduos dos abates em subprodutos ou co-produtos, com a finalidade de diminuir o impacto ambiental da indústria da carne e melhorar o rendimento econômico, ou no mínimo, diminuir o custo de gestão dos resíduos (ROMAY, 2001).

3.3.1 Subprodutos comestíveis

O uso mais imediato, e de menor custo tecnológico, dos subprodutos e resíduos do abate de animais é o seu aproveitamento como fertilizantes. O seguinte, em valor tecnológico e rendimento, é sua aplicação na alimentação animal. Porém, ambas as aplicações encontram

atualmente restrições de uso. A primeira por contribuir na contaminação por compostos nitrogenados dos solos e das águas dos rios e lençóis freáticos; a segunda por estar associada a doenças como as Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis⁴.

Segundo DANILOV (1969), os componentes básicos dos subprodutos são as gorduras, as proteínas, a água e os minerais, sendo que cada porção depende da espécie, sexo, idade e condições do animal.

OCKERMAN e HANSEN (1994) apontam que do ponto de vista biológico a maior parte do material animal que não forma a carcaça pode ser comestível depois do adequado tratamento de limpeza e preparação. Os subprodutos de origem animal são materiais provenientes de animais aptos para o consumo humano, portanto, em princípio, também são aptos para esse mesmo fim. Esta situação conduz a uma terceira opção de aplicação, de tecnologia e controles sanitários mais apurados, que é justamente a intensificação da utilização dos subprodutos na alimentação humana (ROMAY, 2001). A composição química de alguns subprodutos do abate de bovinos e suínos pode ser observada na tabela 3.14.

TABELA 3.14 – COMPOSIÇÃO – EM g POR 100 g DE PRODUTO – E VALOR CALÓRICO DE ALGUNS SUBPRODUTOS DE BOI E PORCO

	Água	Proteína	Gordura	Carboidratos	Calorias
Boi					
• Miolos	78,28	9,8	9,3	-	126
• Coração	75,56	17	3,8	2,6	117
• Rins	77,02	16,6	3,1	2,2	107
• Fígado	69,99	20	3,8	5,8	143
• Pulmões	79,38	16,2	2,5	-	92
• Língua	64,53	14,9	16,1	3,7	224
Porco					
• Miolos	78,4	10,3	9,2	-	127
• Pés	58,3	22,1	18,8	-	264
• Coração	76,2	17,3	4,4	1,3	118
• Rins	80	16,5	3,2	-	100
• Fígado	71,1	21,4	3,6	2,5	134
• Pulmões	79,5	14,1	2,3	-	85
• Língua	65,9	16,3	17,2	-	225

Fonte: ANDERSON, 1988 *apud* ROMAY, 2001.

⁴ Para maiores detalhes referentes às Encefalopatias vide APÊNDICE C.

BELLAVER (2003b) apresenta no quadro 3.1 o valor econômico hierárquico dos subprodutos animais.

Consumo humano	Maior valor econômico
Alimentos animais	↓
Aminoácidos	↓
Biodiesel / Biogás	↓
Fertilizantes	↓
Incineração	Sem valor comercial

Fonte: BELLAVER, 2003b.

QUADRO 3.1 – VALOR HIERÁRQUICO DOS SUBPRODUTOS ANIMAIS

OCKERMAN e HANSEN (1994) apontam, ainda, que os rendimentos dos subprodutos comestíveis oscilam entre 20 a 30% do peso vivo de bovinos, suínos e cordeiros; e de 5 a 6% para as aves, como se pode observar na tabela 3.15.

TABELA 3.15 – RENDIMENTO DE SUBPRODUTOS COMESTÍVEIS, EM % SOBRE O PESO VIVO DA ESPÉCIE ANIMAL

Subproduto	Boi	Porco	Cordeiro	Frango (1,4-2,3 kg)
• Sangue	2,4 – 6	2 – 6	4 – 6	-
• Miolos	0,08 – 0,1	0,08 – 0,1	0,26	0,2 – 0,3
• Vísceras	0,06			
• Torresmo	3	2,2		
• Gorduras comestíveis	1 – 7	1,3 – 3,5	12	
• Patas	1,9 – 2,1	1,5 – 2,2	2	
• Moela				1,9 – 2,3
• Tendões	0,19			
• Cabeça e bochecha	0,32 – 0,4	0,5 – 0,6		
• Coração	0,3 – 0,5	0,2 – 0,35	0,3 – 1,1	0,3 – 0,8
• Intestinos		1,8	3,3	
• Rins	0,07 – 0,2	0,2 – 0,4	0,6	
• Focinho	0,1			
• Fígado	1 – 1,5	1,1 – 2,4	0,9 – 2,2	1,6 – 2,3
• Pulmões	0,4 – 0,8	0,4 – 0,8	0,7 – 2,2	0,7
• Pâncreas	0,06	0,1	0,2	
• Renina	0,23			
• Fraldinha (diafragma)	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5	0,5	
• Medula espinhal	0,03			
• Baço	0,1 – 0,2	0,1 – 0,12	0,1 – 0,4	0,15
• Rabo	0,1 – 0,25	0,1		
• Língua	0,25 – 0,5	0,3 – 0,4		
• Buchos	0,75 – 2	0,6	2,9 – 4,6	
• Esôfago	0,04 – 0,09	0,05		
• Gorduras comestíveis de fusão	2 – 11	12 – 16	9	

Fonte: GERRARD e MALLION, 1977; OCKERMAN, 1975; ROMANS *et al.*, 1985 *apud* OCKERMAN e HANSEN, 1994.

O valor dos subprodutos é maior quando se processam logo após o abate, pois normalmente se alteram antes da carcaça, perdendo valor nutricional. O tempo transcorrido desde o sacrifício animal e a distância do matadouro à unidade industrial, que irá processar os subprodutos, são de suma importância podendo desclassificar um produto como comestível (FORREST *et al.*, 1979).

ROMAY (2001) e FORREST *et al.* (1979) citam que, com frequência, estes subprodutos comestíveis são comercializados *in natura*, ou como matéria prima para embutidos, patês e fiambres, dependendo das culturas alimentares de cada região.

3.3.2 Subprodutos não comestíveis

3.3.2.1 Com fins farmacêuticos

Segundo ROMAY (2001), o destino mais rentável dos subprodutos de abate de animais é a indústria farmacêutica. Neste caso, a disponibilidade de produtos para aplicação medicinal e de diagnóstico foi possível através do aperfeiçoamento industrial e especialização dos matadouros.

A aplicação de ROA na indústria farmacêutica requer uma quantidade considerável de matéria prima. Por exemplo, para se obter 90 g de insulina cristalina é necessária uma tonelada de pâncreas, equivalente a dez mil porcos. As aplicações destes subprodutos na saúde humana se caracterizam nos seguintes grupos: terapia de substituição de hormônios como a insulina, calcitonina e outros; drogas farmacêuticas; diagnósticos *in vivo*; reativos para

pesquisa; reativos para a elaboração de vacinas; meios microbiológicos e, reativos de diagnósticos (BANIS, 1994).

FORREST *et al.* (1979) salientam que no organismo animal existem várias glândulas de secreção interna, cujo objetivo é segregar hormônios para exercerem efeitos específicos nas funções fisiológicas. Estes hormônios podem ser extraídos logo após o abate, e são de grande valor para o tratamento de certas desordens e enfermidades, tanto do homem quanto dos animais.

As enzimas digestivas também apresentam utilidade farmacêutica, e são obtidas a partir da porção vermelha do estômago, das proximidades do piloro (pepsina), do quarto estômago dos novilhos (renina), do pâncreas (pancreatina, amilase, lipase, quimiotripsina e tripsina) e etc. (CANHOS e DIAS, 1983).

As principais glândulas, órgãos e tecidos utilizáveis são as glândulas supra-renais e sexuais (ovários e testículos), os pâncreas, as paratireóides, a hipófise, as tireóides, a vesícula biliar, o sangue, o osso, os intestinos, o fígado, os pulmões e o estômago (FORREST *et al.*, 1979).

As glândulas supra-renais apresentam duas camadas: a medular e a cortical. Da medular extrai-se a epinefrina (adrenalina), utilizada para estimular o coração e tratamento de bronquite asmática, e a norepinefrina (noradrenalina), utilizada para contrair vasos sanguíneos e fluxo sanguíneo periférico. Da cortical extraem-se os corticoesteróides (cortisona), utilizados como agentes antineoplásicos, antialérgicos e antiinflamatórios (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Os extratos das glândulas tireóides e paratireóides são utilizados no tratamento do bócio, cretinismo e outras doenças (CANHOS e DIAS, 1983). Os dois hormônios mais importantes das tireóides são a tiroxina e a calcitonina (FORREST *et al.*, 1979). A

calcitonina, por exemplo, é um hormônio peptídico utilizado no tratamento da enfermidade de Paget e da osteoporose (BANIS, 1994).

O pâncreas, sem dúvida, é a glândula de maior valor comercial. As enzimas pancreáticas têm aplicações terapêuticas e de diagnóstico. Os principais produtos de interesse são os hormônios insulina e glucagon, utilizados no tratamento de diabetes, e as enzimas pancreatina, tripsina, quimotripsina e etc, de várias aplicações, como por exemplo, a eliminação de tecido morto em feridas (BANIS, 1994).

Da hipófise obtêm-se os hormônios de crescimento (somatotrofina ou GH), a prolactina (hormônio lactogênico) e o adrenocorticotrófico (ACTH) – utilizado principalmente no tratamento de artrites, reumatismos, inflamações oculares e, em alguns casos, de leucemia (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Dos ovários e testículos são extraídos diversos hormônios e enzimas (CANHOS e DIAS, 1983). O progesterona e o estradiol são hormônios obtidos de ovários de vacas e porcas, e podem ser utilizados para tratamentos anticoncepcionais e outros usos na medicina ginecológica (ROMAY, 2001). Os ovários de porcas gestantes – corpo lúteo – servem como matéria prima para a obtenção de relaxina, um hormônio utilizado no momento do parto (OCKERMAN e HANSEN, 1994). A enzima hialurodinase se obtém dos testículos de toros e é empregada como fator de difusão, auxiliando na distribuição dos medicamentos pelo organismo por ação hidrolítica sobre os mucopolissacarídeos (FORREST *et al.*, 1979).

A partir da vesícula biliar se obtém diversos produtos de interesse farmacêutico, como os ácidos – cólico (de bovinos e ovinos), deoxicólico (de bovinos e ovinos), quenodeoxicólico (de suínos) e dehidrocólico – e os extratos de cortisona. Os extratos de cortisona da bÍlis servem para aliviar dores reumáticas e reduzir a inflamação nas artrites; já os ácidos têm aplicações ao combate do colesterol (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Aparte das aplicações do sangue como alimento humano e animal, há produtos farmacêuticos de interesse, como a albumina – utilizada como reativo para o fator Rh, estabilizante de vacinas, meios de cultura e etc. – e aminoácidos – utilizados na alimentação intravenosa de pacientes hospitalizados (FORREST *et al.*, 1979).

As farinhas de ossos purificadas são utilizadas como fonte de cálcio e fósforo na alimentação pediátrica. Já, dos intestinos de ovelhas se elabora material de sutura cirúrgica, pois se compõe basicamente de colágeno, material de fácil digestão por parte do organismo humano (FORREST *et al.*, 1979). Das mucosas do mesmo intestino, dos pulmões e fígados, se obtém a heparina, fármaco anticoagulante (ROMAY, 2001).

Dos estômagos pode-se obter a renina e a pepsina, utilizadas para ajudar na digestão, e a mucina, empregada no tratamento de úlceras (FORREST *et al.*, 1979).

Segundo BANIS (1994), constantemente se desenvolve novas aplicações de subprodutos animais na medicina. Por outro lado, a biotecnologia tende a sintetizar, principalmente, as moléculas menores e mais simples já conhecidas, no intuito de diminuir custos e obter ganho de escala. O autor destaca, ainda, que as semelhanças entre os animais e os homens assegurarão a substituição lenta e gradual dos insumos naturais pelos sintetizados em laboratório na fabricação de fármacos.

3.3.2.2 Com fins industriais

3.3.2.2.1 *Peles, pêlos e lãs*

Ao longo da história, as peles animais têm servido ao homem como vestimenta, meio de carregar água e alimentos, refúgio e utensílios para armas (NAGHSKI e FEAIRHELLER, 1994).

Segundo OCKERMAN e HANSEN (1994), as peles são porções significativas da massa corporal do animal vivo, da ordem de 4 a 11%, e acabam sendo um dos subprodutos mais valiosos obtidos do abate.

Para CANHOS e DIAS (1983), a pele de bovinos constitui aproximadamente 15% da massa corpórea da carcaça quente, sem descarte e recortes.

ROMAY (2001) aponta que as peles colaboram de maneira substancial na rentabilidade dos processos de abate, não devendo considerá-las como subproduto e sim como co-produto.

NAGHSKI e FEAIRHELLER (1994) destacam que as peles são compostas de três capas principais: uma superficial chamada de epiderme, que é pigmentada; um tecido conectivo intermediário, chamado de derme; e por último outro tecido conectivo, chamado de hipoderme, que se liga aos órgãos subjacentes.

A composição química da pele varia com a idade do animal, seu sexo, nível de engraxamento e tratamento que tenha recebido no descarte; possuindo pouco material graxo e mineral, porém rica em colágeno (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Basicamente, são compostas de água, proteínas, materiais graxos e minerais. Contém como análise elementar as seguintes concentrações, aproximadamente: 50% de Carbono, 25%

de Oxigênio, 7% de Hidrogênio, 17,8% de Nitrogênio e 0,2% de compostos minerais no resíduo seco (BAYER, [198-?]).

As peles são transportadas dos matadouros para curtumes, após o descarte, onde são processadas no intuito de serem convertidas em couro. Este último é utilizado na confecção de vestimentas, sapatos, utensílios e outros (ROMAY, 2001).

Como se observa pelos números da produção de couro na tabela 3.16, o setor de curtimento de peles apresenta-se como parte importante do sistema integrado da pecuária bovina, colocando o Brasil entre os maiores produtores mundiais (ANUALPEC, 2005). Tal importância leva o setor a interferir na criação e transporte de animais para abate, com o objetivo de se evitar danos nas peles e obter melhor qualidade quanto à elasticidade, durabilidade, homogeneidade e resistência mecânica das mesmas. Pesquisas têm sido realizadas no intuito de melhorar a conservação dos couros do matadouro até os curtumes, utilizando inclusive técnicas de irradiação por feixes de elétrons (BAILEY, 1994).

Os matadouros também aproveitam as lãs, os pêlos e os recortes de carnes e gorduras aderidas nas peles (ROMAY, 2001).

TABELA 3.16 – PROCESSAMENTO BRASILEIRO DE COUROS BOVINOS EM UNIDADES

Regiões	1998	1999	2000	2001	2002	2003
• Norte	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	694.278	711.443
• Nordeste	1.566.003	1.791.319	1.567.790	709.662	824.074	248.294*
• Sudeste	7.585.256	7.896.450	6.920.414	6.437.013	8.348.065	8.974.122
• Sul	8.720.423	9.492.432	8.643.370	7.638.443	8.016.398	7.435.652
• Centro-Oeste	3.464.326	4.441.582	5.535.805	5.861.263	8.102.744	8.941.479
BRASIL	22.882.126	25.452.773	24.796.383	23.253.822	28.759.701	30.240.100

FONTE: ANUALPEC, 2005.

n.d. – não disponível.

* o estado do Ceará não informou

Os pêlos são compostos quase em sua totalidade por queratina, proteína que também pode ser encontrada nas peles em torno de 6-10% das proteínas totais (OCKERMAN e HANSEN, 1994). São utilizados na indústria para fabricação de pincéis, estofados e isolantes (CANHOS e DIAS, 1983).

As lãs são classificadas segundo limpeza, finura e longitude de suas fibras. Após classificação, são lavadas e enviadas às fábricas têxteis para confecção de mantas, filtros, travesseiros e telas. Da lavagem da lã se obtém a lanolina, utilizada em produtos cosméticos (FORREST *et al.*, 1979).

Já os recortes de carnes e gorduras aderidos nas peles são enviados as Graxarias para se transformarem em sebo industrial e farinha de carne (ROMAY, 2001).

3.3.2.2.2 Gorduras, ossos e aparas de tecidos animais

Segundo PICCHI e FELÍCIO (1979), a indústria da carne, quando devidamente equipada, pode racionalizar o aproveitamento dos animais abatidos, desmembrando-os em carcaça e subprodutos.

Dentre os principais subprodutos industriais não comestíveis obtidos através do processamento de ossos, gorduras e aparas de tecidos animais estão o sebo industrial e as FOA, que são utilizados em diversos setores da indústria, inclusive para rações animais (BELLAYER, 2003a).

O sebo industrial e as FOA contribuem, consideravelmente, para o balanço econômico dos abatedouros, aliado a esse fato, destaca-se o tratamento racional dos subprodutos, que são a priori impróprios para o consumo humano, e que de outra forma se transformariam em poluentes (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

As quantidades de resíduos, resultantes do abate de animais de corte, assim como teores de gorduras, de sólidos (farinhas) e de umidade, podem ser observadas nas tabelas 3.17 e 3.18 (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

TABELA 3.17 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS RESULTANTES DO ABATE DE DIFERENTES ANIMAIS

Animal (peso vivo em kg)	Vísceras e Ossos não comestíveis kg/cabeça	Sangue kg/cabeça
• Boi (500)	45,00 – 50,00	22,5
• Novilho (100)	7,50 – 10,00	2,50
• Carneiro (40)	4,00 – 5,00	2,00
• Porco (100)	5,00 – 7,50	3,50

Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 1990.

TABELA 3.18 – TEOR DE GORDURA, SÓLIDOS E UMIDADE NOS RESÍDUOS DO ABATE DE DIFERENTES ANIMAIS

Fonte	% gordura / sebo	% sólido	% umidade
• Frigorífico: ossos e resíduos de boi	15 – 20	30 – 35	45 – 55
• Novilho	8 – 12	20 – 25	60 – 70
• Carneiro	25 – 20	20 – 25	45 – 55
• Porco	15 – 20	18 – 25	55 – 67
• Sangue	-	12 – 13	87 – 88
• Penas	-	20 – 30	70 – 80
• Restos de açougue	37	25	38

Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 1990.

Como destacam PARDI *et al.* (1996), distâncias entre as fontes geradoras de resíduos animais e as Graxarias, modo de transporte, condições de guarda e tempo da coleta até processamento são os fatores preponderantes no que diz respeito à qualidade do material a ser processado. No caso dos sebos, estes fatores podem diminuir seu valor, em virtude do acúmulo de ácidos graxos livres e rancificações.

Nos APÊNDICES A (Gorduras e sebos) e B (Farinhas de Origem Animal) aborda-se de forma mais detalhada as definições dadas aos sebos, gorduras e FOA, principalmente segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), apresentado no ANEXO A. Também se aborda as principais especificações industriais dos sebos e FOA.

3.4 DESTINAÇÃO DOS ROA

Os alimentos quando expostos às condições ambientais, normalmente, sofrem a ação de fatores físicos e biológicos deste meio, sendo decompostos em substâncias mais simples. Esta decomposição ocorre pela ação de bactérias e enzimas que necessitam de certas condições de temperatura e umidade, além de elementos nutritivos para a sua atividade. Alimentos de origem animal são os que mais freqüentemente oferecem estas condições em proporções ótimas, constituindo-se em um verdadeiro meio para o desenvolvimento de microorganismos, muitos dos quais patogênicos (RIEDEL, 1987).

Os organismos que podem degradar as carnes podem ser oriundos dos próprios animais (endógenos) ou mesmo do meio exterior (exógenos) (LAWRIE, 1991).

A degradação dos tecidos animais pode servir de matriz ideal para a transmissão e perpetuação de doenças, com potencial de atingir o homem e os próprios animais (FRANCO, 2002).

Segundo CANHOS e DIAS (1983), as principais bactérias patogênicas que podem se aproveitar da carne como meio de cultura são: *Salmonellas*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolítica*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* e *Cl. botulinum*. LAWRIE (1991) aponta, ainda, que doenças como Antrax, Tuberculose Bovina e Brucelose podem ser transmitidas pelo contato com carcaças contaminadas de animais. Desta forma, a disposição final e acondicionamento de restos e subprodutos de abate e consumo de carnes é de extrema importância à pecuária, implicando também na qualidade ambiental, saúde humana e animal.

Há estimativas que somente 68% do frango, 62% do porco, 54% do boi e 52% da ovelha, ou cabra, são diretamente consumidos pelo homem, sendo o resto classificado como produtos não comestíveis (EUROPEAN UNION, 2001).

A União Européia produz mais de 10 milhões de toneladas por ano de matéria animal não consumível diretamente pelo homem, oriunda do abate de animais saudáveis (EUROPEAN UNION, 2001). O Brasil apresenta um potencial de produção anual de 3 a 4 milhões de toneladas (BELLAYER, 2002a; BELLAYER, 2003a).

Segundo FRANCO (2002), para que o balanço ecológico entre os quatro componentes essenciais da vida – água, alimento, solo e ar – continuem existindo na atividade humana, será necessária uma disposição final adequada dos subprodutos animais. Este assunto tem sido insuficientemente estudado e, definitivamente, necessita uma reconsideração em relação às práticas passadas e em muitas das correntes.

Para BELLAYER (2002a) as práticas que vêm se apresentando ao longo dos anos para a disposição final e tratamento desses resíduos são o aterro sanitário, o enterramento, a compostagem, a queima, a incineração e a reciclagem em Graxarias – que consiste em processos de fabricação de FOA, sebos e adubos.

Os aterros sanitários são uma péssima escolha para a disposição de carcaças animais e outros tecidos de origem animal, pois a temperatura atingida na lenta decomposição orgânica dos restos mortais, não é suficiente para eliminar as bactérias e esporos resistentes ao calor (FRANCO, 2002).

BELLAYER (2002a) e FRANCO (2002) apontam, ainda, para o fato de que os aterros sanitários favorecem a proliferação de roedores e insetos, odores desagradáveis, gases inflamáveis (metano) e a possibilidade de contaminação de aquíferos através do chorume.

O enterramento tem sido a prática mundial, por séculos, para a disposição final de animais. Porém, sérias preocupações sobre contaminações de águas subterrâneas e outros fatores ambientais tem forçado alguns Estados a banir esta prática (FRANCO, 2002). Contudo, BELLAYER (2002a) observa que o enterramento pode ser utilizado como meio de

disposição das carcaças, desde que as mesmas sejam envolvidas em um plástico grosso para evitar que os exudados contaminem o meio.

A compostagem é uma adaptação do processo que o agricultor utiliza, desde a antiguidade, para transformar restos agrícolas e utilizá-los no campo como condicionador de solo. O processo consiste em uma decomposição orgânica em condições aeróbias, basicamente em duas fases, uma termófila e outra mesófila (BRAGA *et al.*, 2002). Pode-se considerar a compostagem como uma alternativa para pequenas quantidades, pois se o manejo da matéria orgânica não for adequado poderá atrair vetores de doenças (BELLAYER, 2002a), além do fato de que ossos grandes e peles de animais não são compostados rapidamente, servindo como um empecilho ao processo (FRANCO, 2002).

A queima de carcaças e outros tecidos não são compatíveis com o meio ambiente, pois libera dioxinas, odores desagradáveis e outros poluentes atmosféricos (BELLAYER, 2002a; FRANCO, 2002).

Já, a incineração é um processo ativo para a estabilização e eliminação de material perigoso, convertendo matéria orgânica em inorgânica e eliminando qualquer tipo de organismo patogênico. Apresenta-se como processo ideal para a disposição de carcaças de animais mortos, principalmente em países onde ocorre a Encefalopatia Espongiforme Bovina⁵, conhecida como a doença da vaca louca (FRANCO, 2002). Porém, a escassa disponibilidade de incineradores faz com que o processo seja pouco utilizado (BELLAYER, 2002a; FRANCO, 2002).

⁵ Ver APÊNDICE C.

3.4.1 Reciclagem de ROA

DANIELSON (1973) propõe que a matéria animal não apropriado para o consumo direto pelo homem, assim como pelo animal, possa ser convertida em produtos vendáveis, através de vários processos de redução, ou seja, reciclagem.

Segundo FRANCO (2002), este tipo de reciclagem, consiste na transformação de restos animais em sebos, óleos, FOA e adubos, realizando o mais eficiente uso das fontes renováveis, acentuando a qualidade ambiental e os ciclos biológicos e, ainda, é a forma de disposição final mais viável nos aspectos econômico e ambiental.

BELLAVER (2002a) reforça que a RROA contribui com o conceito “Zeri” (que conduz à emissão zero), ou seja, que os resíduos de uma indústria constituem matéria prima de outra seguinte na cadeia produtiva.

Desta forma, a RROA em Graxarias consiste no mecanismo mais confiável para disposição responsável das carcaças animais e outros subprodutos de origem animal (FRANCO, 2002).

3.5 OS PROCESSOS INDUSTRIAIS DE RROA – GRAXARIAS

Historicamente, a primeira unidade de Graxaria nos Estados Unidos foi criada por H. W. Heath, em Manchester, New Hampshire, no final do século XIX (OCKERMAN e HANSEN, 1994). Em São Paulo, o setor de Graxarias independentes se desenvolveu há pouco mais de 80 anos atrás, através de empresas familiares que se especializaram na coleta e

posterior processamento dos subprodutos do consumo de carne, principalmente as provenientes de casas de carne, açougues e supermercados. Dentre as principais famílias que se engajaram neste setor estão os Dal'Mas, os Giglio, os Razzo e os Braido (PAES, 2003).

As Graxarias, ou Recicladoras de Resíduos de Origem Animal, são unidades industriais com a finalidade de processar restos de carcaças, aparas de carne, tendões, gorduras e ossos, obtendo-se farinhas para rações, adubos, óleos, sebo e gordura industriais (GASI, 1993), classificando-se segundo BATTISTONE E DANIELLO (1985) em unidades integradas aos frigoríficos (que processam o sangue capturado, vísceras, sebo e restos fragmentados de ossos e carnes na própria unidade fabril) e em unidades independentes (que processam resíduos animais oriundos de açougues, casas de carne, supermercados, hotéis e restaurantes).

Como salientam IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO (1983), o processamento dos resíduos animais nestas unidades é uma atividade de grande potencial poluidor em virtude dos odores e efluentes líquidos gerados.

BATTISTONE e DANIELLO (1985) apontam que o limite de percepção de odor das substâncias geradas nas Graxarias é extremamente baixo, sendo que alguns elementos podem ser detectados pelo ser humano em concentrações da ordem de 0,2 ppb.

OLIVEIRA *et al.* (1990) salientam que devido à geração de poluentes, as Graxarias sofrem diversas restrições quanto à implantação ou ampliação, sendo que a lei 1817 de 27.10.78, que disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana de São Paulo, permite somente sua implantação em zonas de uso estritamente industrial, inexistentes na cidade.

Contudo, MILLER (1975) argumenta que apesar de emitirem odores desagradáveis, estas unidades são necessárias, pois, proporcionam um método de disposição final para os restos animais, que poderiam apresentar riscos à saúde humana se fossem dispostos

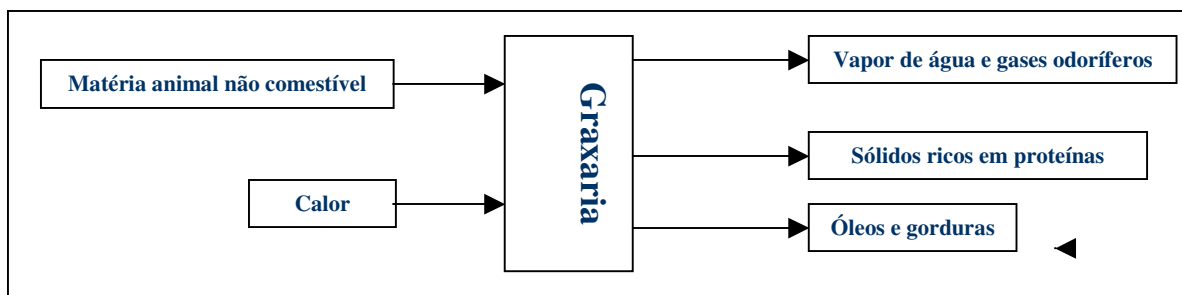
livremente na natureza. RIEDEL (1987), por sua vez, observa que a carne condenada não deve ser processada nas Graxarias, e sim destruída, pois não existe nenhum processo eficaz para eliminar a sua toxicidade.

Para PEARL (2004), as Graxarias são o principal meio para oferecer um sistema seguro e integrado de disposição dos ROA, implicando em todos os requerimentos de qualidade ambiental e controle sanitário.

RETHMANN (2003) destaca que a matéria prima produzida diariamente nos abatedouros, supermercados, açougues e outros, não podem ser estocados, pois são de fácil decomposição. Já, os produtos obtidos das Graxarias podem ser armazenados por um longo período sem oferecer risco ambiental ou sanitário. A distância das Graxarias à fonte de matéria prima, assim como o meio de transporte da mesma, é de vital importância no processo industrial, pois, na fabricação de rações é essencial trabalhar com material fresco e esterilizá-lo em seguida (PRÄNDL, 1994).

PEARL (2004) salienta que a matéria animal em uma Graxaria sofre uma série de transformações físicas e químicas fazendo uso de processos que envolvem calor, extração de umidade, separação de gorduras e outros. Para um balanço de massa e energia, MILLER (1975) indica que como entradas no sistema têm-se os despojos animais (matéria prima) e o calor; e como saídas os óleos, gorduras, sólidos ricos em proteínas, vapor de água e gases odoríferos, como pode ser observado na figura 3.1.

O processamento dos despojos de animais, tanto de matadouros como os provenientes de açougues e outros comércios de carne, pode ser realizado através de duas vias: a úmida e a seca (USEPA, 1995).



Fonte: MILLER (1975)

FIGURA 3.1 – DIAGRAMA DE ENTRADAS E SAÍDAS NA TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA ANIMAL EM UMA GRAXARIA

Segundo SELL (1992), o processo por via úmida, que consiste na ruptura das células adiposas através de vapor, gera efluente líquido com alta carga orgânica (DBO por volta de 32.000 ppm) tornando-se um caminho não muito interessante atualmente. Pode ser utilizado em casos específicos de matéria animal comestível, onde o concentrado do efluente líquido, rico em proteínas, pode ser comercializado na indústria farmacêutica.

GUNSTONE e NORRIS (1983) apontam que pelo processo a seco, o material graxo é aquecido sozinho liberando a umidade natural e a gordura. O processo pode ser bem exemplificado pela fritura caseira do toicinho. Os autores apontam, ainda, que o processo a seco é basicamente utilizado para matéria animal não comestível, onde o sabor e o odor dos resíduos sólidos protéicos são secundários e onde as produções de grandes quantidades de farinhas, com alta qualidade, são importantes.

3.5.1 Procedimentos em Graxarias

Os tecidos utilizados para processamento nas Graxarias devem obedecer a cuidados preliminares, como serem frescos, limpos, pesados e fracionados, sendo boa prática de produção a sistematização de procedimentos (PARDI *et al.*, 1996).

Em relação à fragmentação, o procedimento permite uma mistura mais homogênea nos digestores e aumento das superfícies de contato, melhorando a extração da gordura pela exposição ao calor (PARDI *et al.*, 1996; PICCHI e FELÍCIO, 1979). Segundo USEPA (1995) e a Instrução Normativa nº 15 (BRASIL, 2003), a matéria prima é reduzida a tamanhos entre 2,5 a 5 cm no triturador (figuras 3.2 e 3.3). PARDI *et al.* (1996) destacam que para a operação de fragmentação é ideal um triturador de facas e pente, robusto e de alta capacidade. PARDI *et al.* (1996) afirmam, ainda, que quando possível é aconselhável processar os ossos e tecidos de ligamentos em separado, para evitar a formação de material pegajoso e empastado.

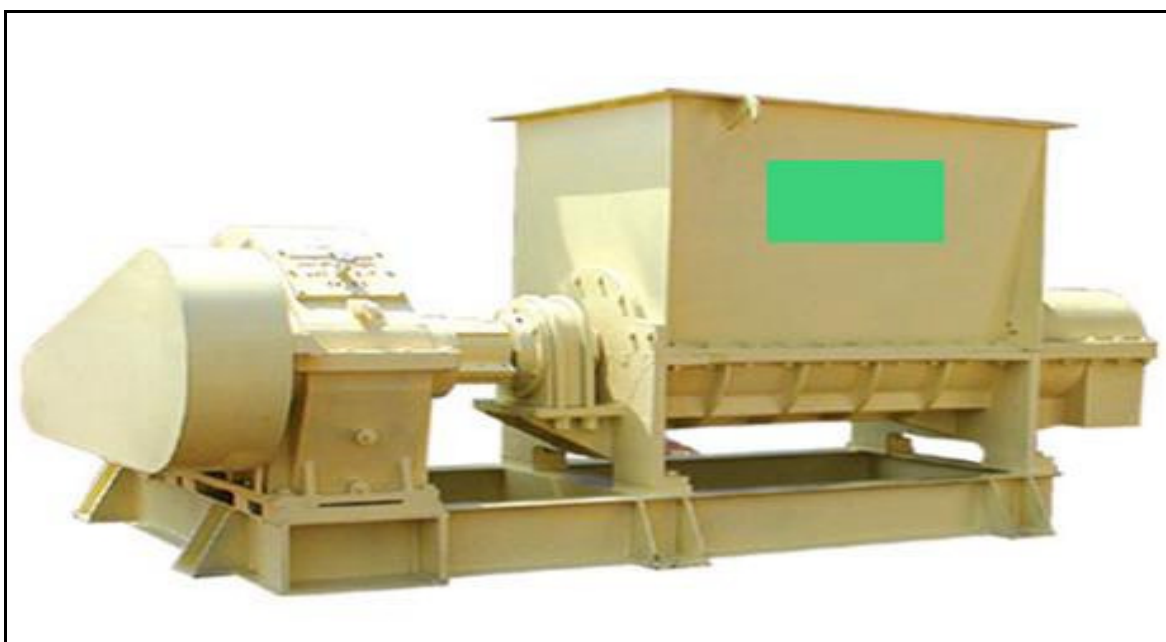


FIGURA 3.2 – TRITURADOR DE OSSOS

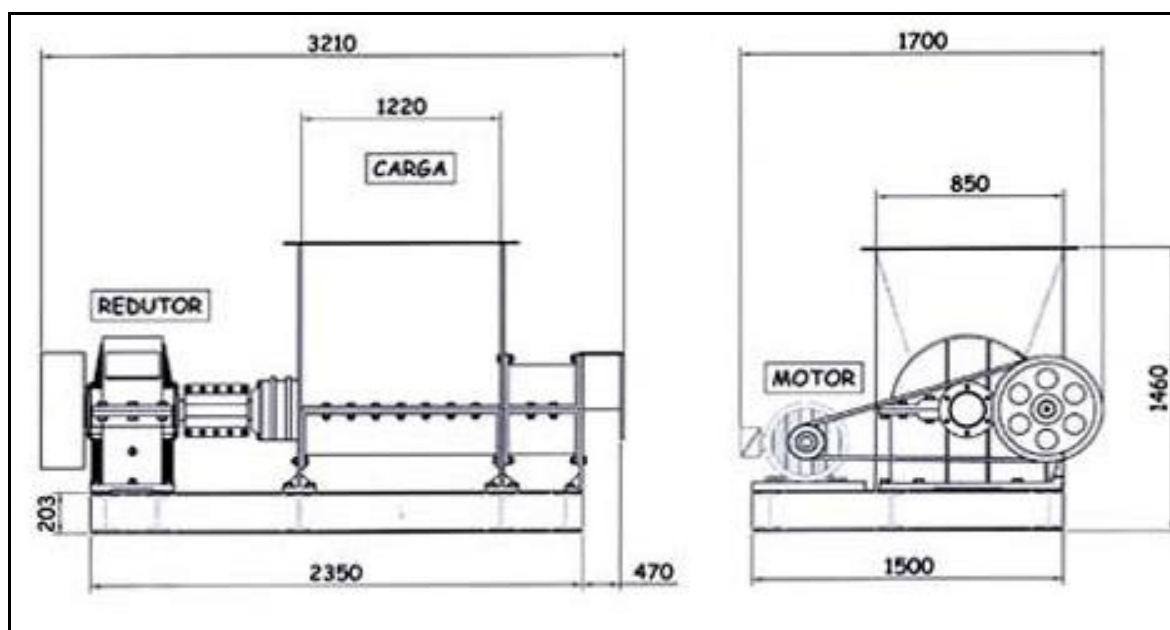


FIGURA 3.3 – DESENHO DE UM TRITURADOR DE OSSOS

A matéria prima pré-condicionada é movimentada por meio de rosca transportadora mecanizada (figura 3.4) e acumulada em reservatório dosador para posterior carregamento dos digestores, onde a matéria orgânica sofrerá processo de cozimento para separar basicamente gordura da borra protéica (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

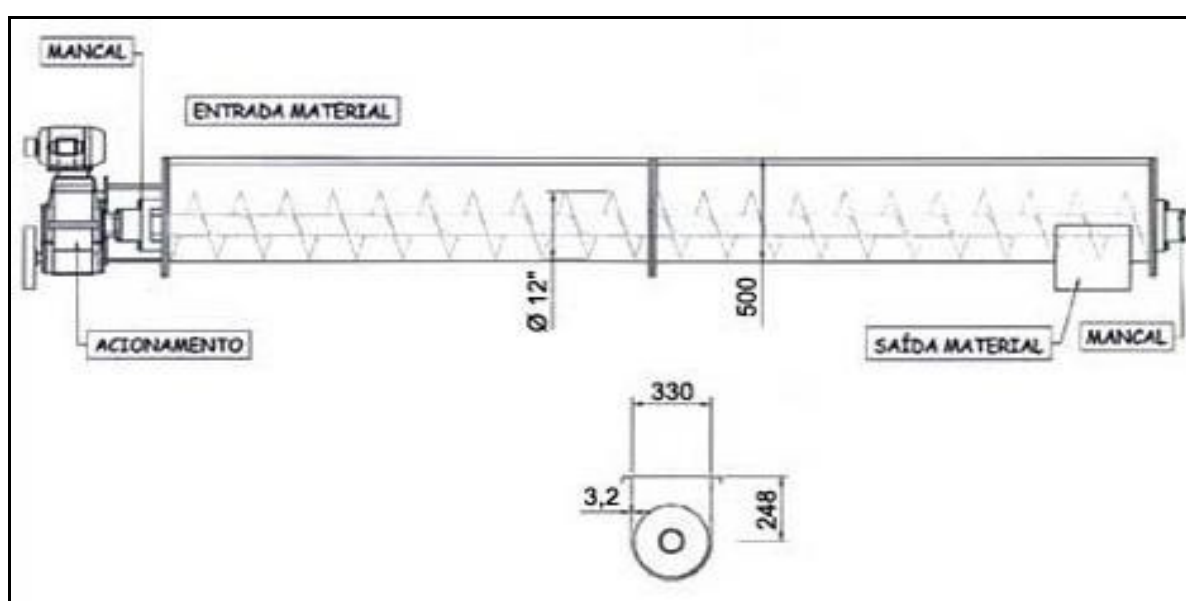
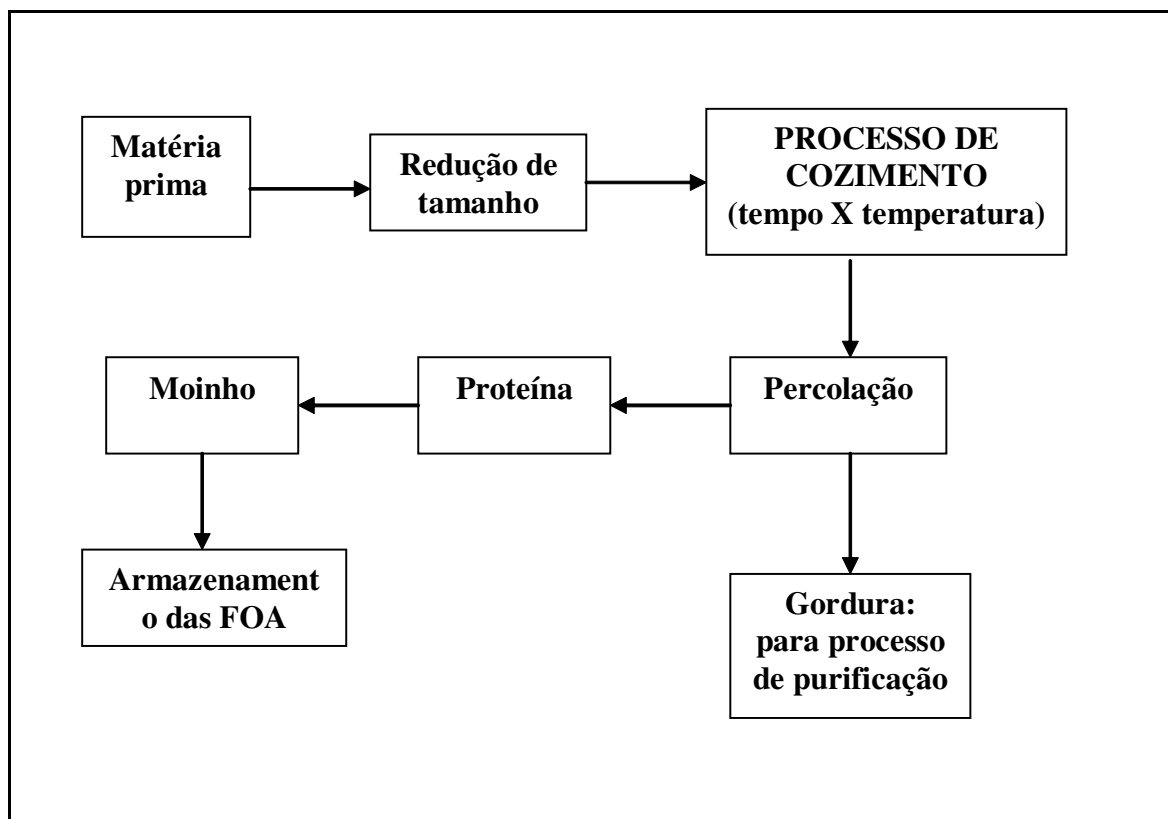


FIGURA 3.4 – ROSCA TRANSPORTADORA

A figura 3.5 mostra, em linhas gerais, o fluxo básico de processamento de ROA em uma Graxaria, segundo PEARL (2004).



Fonte: PEARL, 2004, p. 30.

FIGURA 3.5 – FLUXO BÁSICO DE PRODUÇÃO EM UMA GRAXARIA

3.5.2 Processos de digestão da matéria animal

3.5.2.1 Processo por via úmida

Segundo DANIELSON (1973) o processamento por via úmida é um dos métodos de redução de matéria animal mais antigo, consistindo no cozimento dos ROA em um vaso de pressão fechado, com vapor vivo.

No início do processo os ROA, previamente triturados e limpos, são carregados no digestor. Nesta etapa o digestor é pressurizado com vapor vivo e a pressão no interior do vaso atinge entre 2,7 e 4 atm (SELL, 1992), sendo que a temperatura alcança valores de 153 °C, conforme indica DANIELSON (1973). O processo se mantém nestas condições por aproximadamente 3 a 4 horas (OCKERMAN e HANSEN, 1994), formando-se uma camada superior de gordura, uma camada intermediária líquida e uma camada inferior de sólidos (SELL, 1992). A pressão é então reduzida lentamente até a atmosférica para evitar a emulsificação (OCKERMAN e HANSEN, 1994) e re-aquecida para melhorar a separação do sebo (DANIELSON, 1973).

A fase líquida intermediária e os resíduos sólidos são inicialmente separados por drenagem junto com a gordura, sendo tratados em seguida por centrifugação e prensagens para uma melhor separação (SELL, 1992). A gordura, assim produzida, é enviada para tanques onde permanece em repouso por três a quatro horas para separar os resíduos líquidos e sólidos finamente divididos (PARDI *et al.*, 1996). Como o líquido intermediário é uma mistura de água e proteínas solúveis (contém até 75 % das proteínas totais) é destinado como fonte de matéria prima para a indústria farmacêutica, pois provém de matéria animal comestível (SELL, 1992).

É importante destacar que o processo por via úmida está cada vez mais em desuso, não sendo mais aplicado nos Estados Unidos devido ao seu alto custo em termos de energia e efeito adverso sobre a qualidade da gordura (USEPA, 1995). Contudo, no Brasil, ainda são praticados esses processos em pequena escala.

3.5.2.2 Processo por via seca

O processo por via seca consiste, basicamente, na desidratação da matéria prima em digestores, por batelada ou contínuos, com vapor indireto (PROKOP, 1992a).

O digestor normalmente é um vaso de pressão horizontal e cilíndrico, constituído de dupla camisa onde circula vapor seco. O eixo central e as paletas do agitador também são encamisados para que se possa circular vapor, obtendo-se desta forma um aquecimento mais homogêneo (DANIELSON, 1973).

Um sistema de válvulas, purgadores e filtros equipam o digestor, possibilitando a manutenção da pressão exigida pelo processo, assim como, o controle do vapor formado no interior do equipamento (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

Durante o processo de aquecimento a maior parte da água contida na matéria prima é evaporada, colaborando para a liberação da gordura (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983).

Os principais poluentes gerados por este processo são os vapores não condensáveis, com odores indesejáveis. Por outro lado não há, essencialmente, problemas com poluição de efluentes líquidos e tampouco sólidos, já que quase todo o material sólido protéico é recuperado na forma de FOA (SELL, 1992).

PARDI *et al.* (1996) destacam que o processo a seco poderá ser realizado sob vácuo ou não, sendo mais freqüente a última modalidade.

Os chamados processos à baixa temperatura, ou a vácuo, consistem na quebra mecânica dos tecidos gordurosos a temperaturas não maiores que 48 °C. As principais vantagens são as pequenas gerações de efluentes líquidos, a baixa emissão de odores e produção de gorduras de alta qualidade. Porém, como desvantagem, estes processos

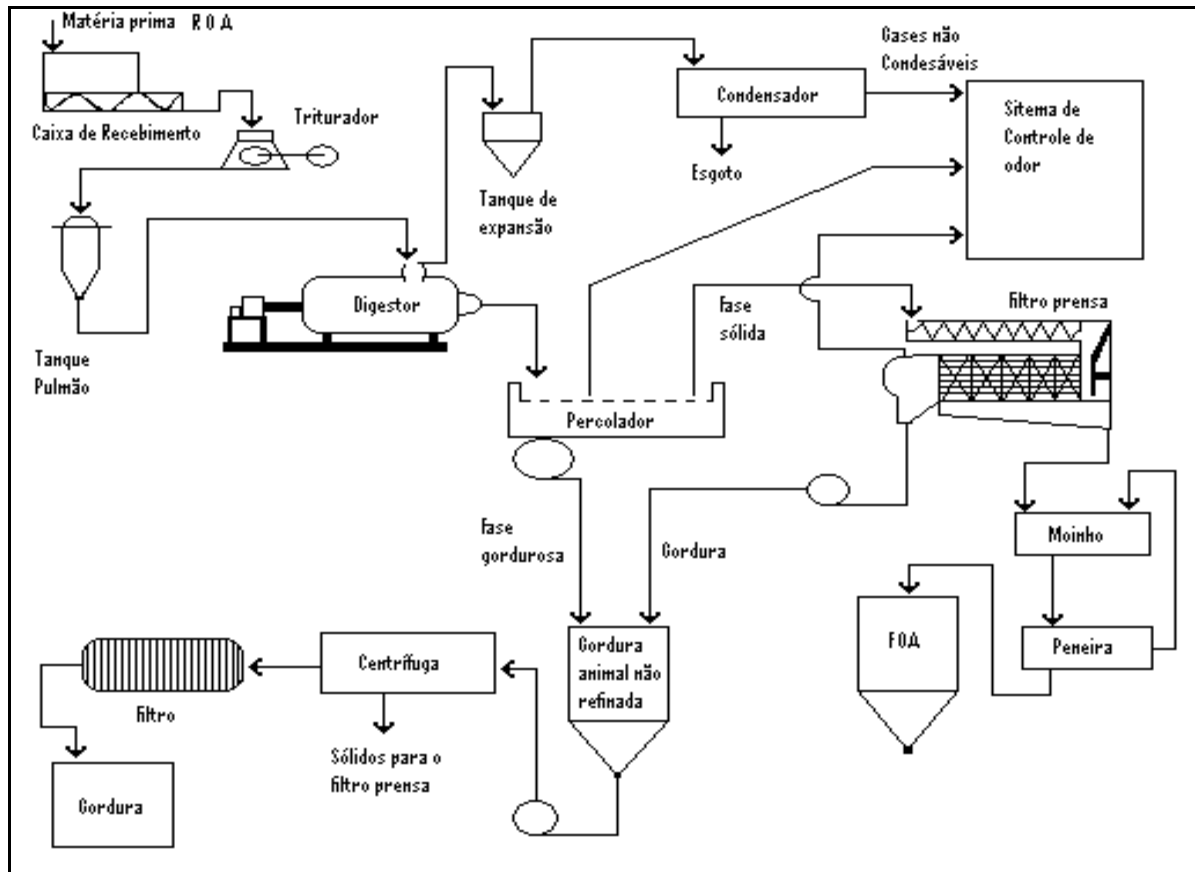
apresentam a dificuldade de cozimento de ossos por trabalharem com temperaturas baixas (DANIELSON, 1973; SELL, 1992).

3.5.2.2.1 Processo por batelada

Em linhas gerais, o processo por batelada segue as seguintes etapas: carregamento; cozimento sob pressão; secagem do material cozido; descarregamento; percolação; desgorduramento final; armazenamento e trituração dos sólidos (PARDI *et al.*, 1996), sendo que o fluxo do processo pode ser observado na figura 3.6, onde PROKOP (1992a) destaca os principais equipamentos de uma típica planta por batelada.

O digestor (figura 3.7) previamente aquecido deve ser carregado com os ROA através de transportadores diversos ou por compressão pneumática. Nesta manobra operacional, o digestor é mantido com o eixo central em movimento em curtos intervalos de tempo até que seja atingido o máximo de dois terços da capacidade do equipamento. Após a carga do digestor o equipamento é fechado e pressurizado com pressão interna nas camisas do equipamento de 3,5 a 4 atm (PARDI *et al.*, 1996). As rotações no eixo de agitação variam entre 25 a 65 rpm, dependendo da matéria prima utilizada (DANIELSON, 1973).

Quando a temperatura interna do digestor atinge a faixa entre 121 e 135 °C (USEPA, 1995) é mantida neste patamar por 20 a 30 minutos com a pressão das camisas constante, ocorrendo neste momento a desintegração do material com a liberação da gordura e água interna dos tecidos animais.



Fonte: PROKOP (1992a)

FIGURA 3.6 – FLUXOGRAMA DE UMA GRAXARIA COM PROCESSO DE COZIMENTO POR BATELADA

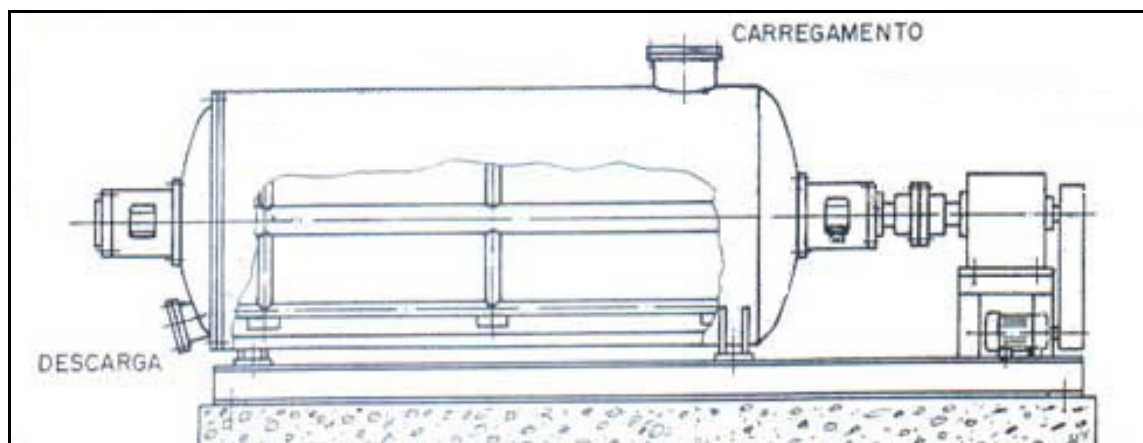


FIGURA 3.7 – DIGESTOR POR BATELADA

Após a digestão da matéria prima são abertas as válvulas de purga, com a liberação dos vapores formados no interior do digestor. A pressão interna do equipamento se estabiliza

próxima à atmosférica, porém a pressão nas camisas é mantida entre 3,5 a 4 atm. A massa no digestor permanece sob estas condições por 1,5 a 3 horas, dependendo da constituição do material. É nesta etapa que ocorre a secagem da massa no digestor, com a evaporação da água, que será coletada nos condensadores (DANIELSON, 1973).

A água evaporada do digestor carrega vapores orgânicos não condensáveis que deverão ser posteriormente tratados, pois, são os principais responsáveis pelos odores gerados no processo (USEPA, 1995).

Terminado a retirada da água, promove-se à descarga do material através da inversão da rotação do eixo central. Este procedimento permite a descarga da matéria cozida pela abertura dianteira do digestor, sendo o material lançado diretamente no percolador (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

O percolador contém uma tela que separa a gordura líquida dos sólidos protéicos (USEPA, 1995); e se encontra aquecido, para melhorar o escoamento da gordura líquida (PARDI *et al.*, 1996).

O sebo produzido escorre dos percoladores para tanques aquecidos que se encontram sob os mesmos (PICCHI e FELÍCIO, 1979). Os resíduos sólidos retidos no percolador permanecem com um teor médio de 25% de gordura (USEPA, 1995), sendo enviados para prensas – no caso de resíduos moles – ou centrífugas – no caso de resíduos com ossos duros – para se retirar o sebo remanescente (OLIVEIRA *et al.*, 1990). As prensas podem ser contínuas, do tipo *expeller* (figura 3.8), gerando um produto final com teor de gordura de 8%, aproximadamente. Já nas centrífugas, o processo é por batelada, com alto custo de mão de obra de operação, e dificilmente se obtém teores de gorduras inferiores a 10 ou 12% (PICCHI e FELÍCIO, 1979).

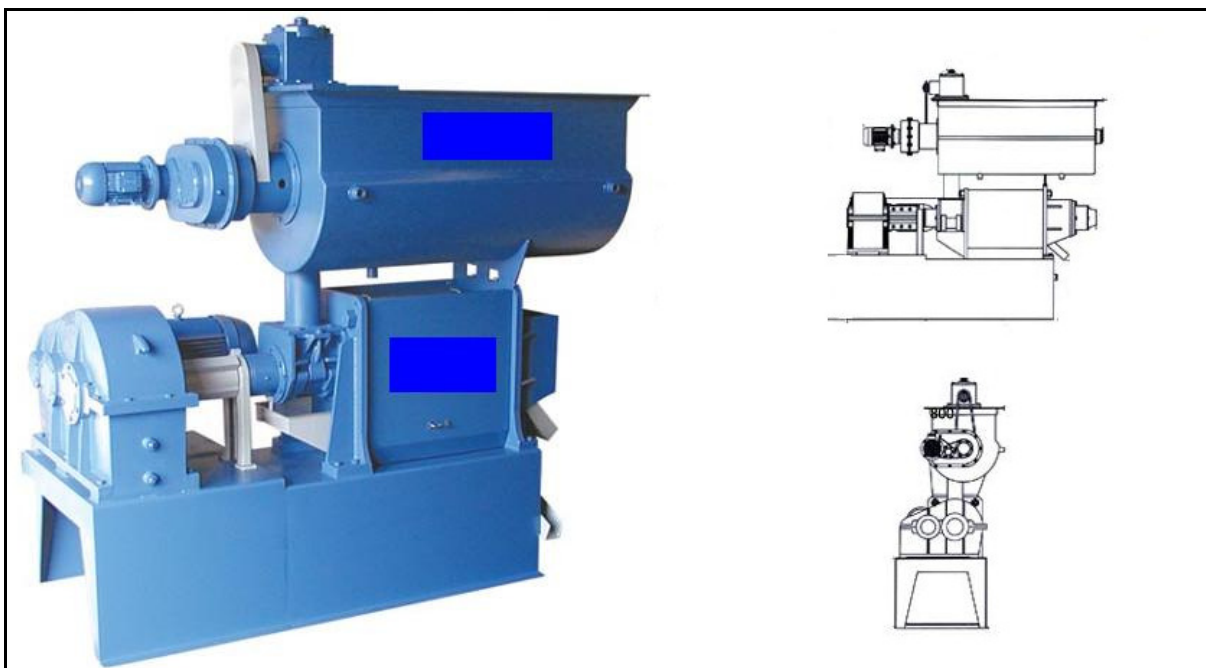


FIGURA 3.8 – PRENSA EXPELLER

Após esta etapa, os sólidos são enviados para o moinho de martelos, onde atingem a configuração adequada para a comercialização como farinha de carne e ossos (OLIVEIRA *et al.*, 1990; PARDI *et al.*, 1996). As gorduras, provenientes da percolação e dos resíduos sólidos, são filtradas ou centrifugadas para remover sólidos remanescentes, sendo em seguida estocadas para comercialização (USEPA, 1995).

3.5.2.2.2 Processo contínuo

Na tentativa de melhorar os processos de fabricação de gorduras e FOA, os sistemas de produção foram evoluindo tornando-se mais simples, econômicos e eficientes (PARDI *et*

al., 1996). Desde 1960 processos contínuos têm sido instalados para substituir os sistemas por batelada (USEPA, 1995).

Existem variações de processos, mas segundo DANIELSON (1973) os sistemas contínuos não se diferem muito do processo por batelada, baseando-se nas operações de moagem, digestão e prensagem.

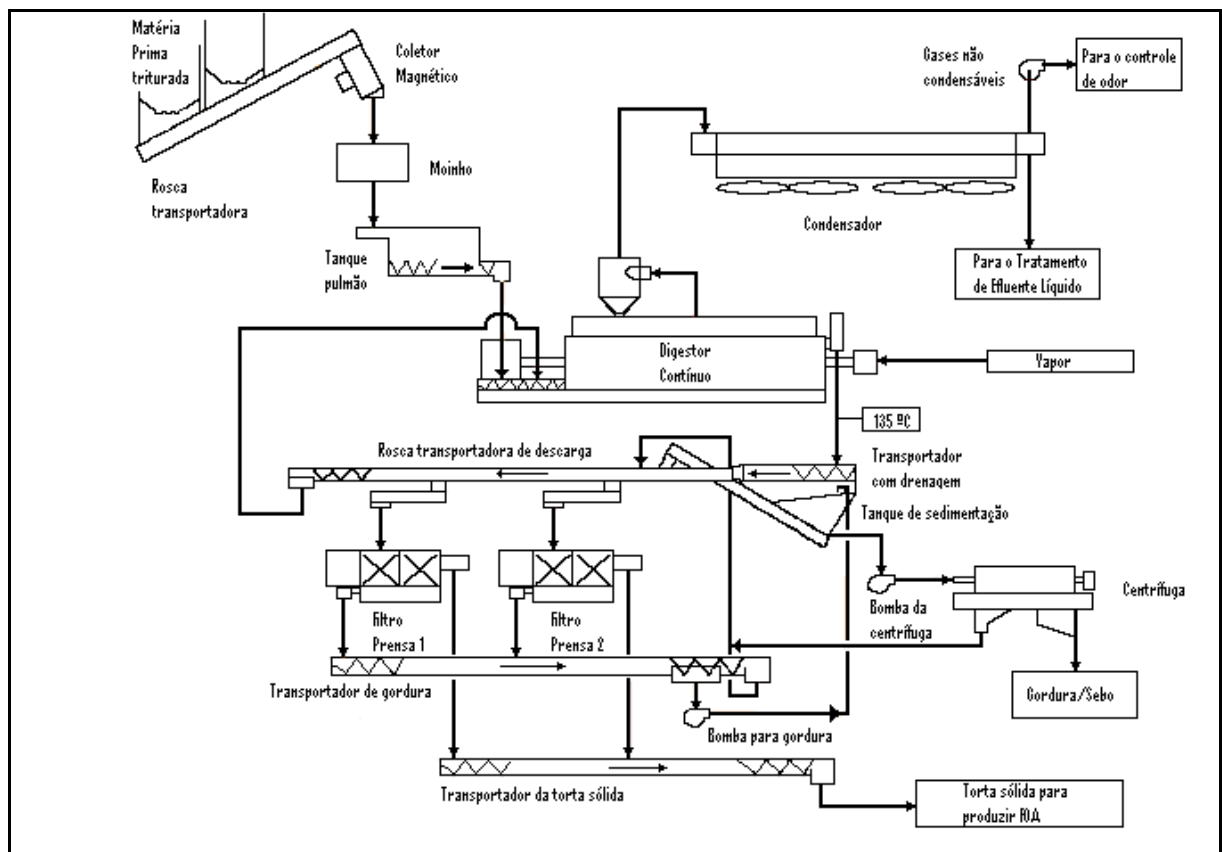
Segundo PROKOP (1992a), o sistema contínuo apresenta várias vantagens em relação ao processo por batelada, como menor exposição da matéria prima ao calor, menor espaço físico de instalação e menor consumo de energia. Outra vantagem do processo contínuo é permitir maior automatização do sistema, controlando desta forma a relação temperatura, tempo de residência e taxa de carga do digestor. Este maior controle faz com que a matéria prima permaneça por poucos minutos a altas temperaturas (THE BSE INQUIRY, 2000).

No processo contínuo tradicional, a matéria prima é pré-condicionada em trituradores contínuos, antes de ser encaminhada ao sistema de cocção (OCKERMAN e HANSEN, 1994; DANIELSON, 1973). Na cocção utiliza-se, normalmente, um digestor cilíndrico horizontal encamisado (figura 3.9), equipado com dispositivos que realizam a progressão contínua da matéria prima (USEPA, 1995). O digestor é aquecido com vapor indireto, levando o material – torta sólida e líquido gorduroso – a temperaturas entre 121 e 137 °C (RENDERES, 2004).

Do digestor o material é descarregado nos drenos que têm a mesma função do percolador (USEPA, 1995). A fase sólida é prensada para a retirada da gordura remanescente, sendo o restante do processo semelhante ao por batelada (PROKOP, 1992a). A figura 3.10 demonstra um fluxograma típico de uma Graxaria utilizando um digestor contínuo.



FIGURA 3.9 – DIGESTORES CONTÍNUOS



Fonte: RENDERES, 2004.

FIGURA 3.10 – FLUXOGRAMA DE UMA GRAXARIA COM DIGESTOR CONTÍNUO

Na década de 80, sistemas contínuos foram desenvolvidos com um pré-digestor para remover previamente a água do material graxo líquido antes do digestor principal, no intuito de economizar energia. Estes sistemas utilizavam um evaporador operando sobre vácuo e aquecido pelos vapores provenientes do digestor (USEPA, 1995). Trabalhavam com

evaporadores de efeito simples ou múltiplos, sendo estes últimos mais eficientes, eliminando o dobro de líquido com a mesma quantidade de vapor (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Outro sistema utilizava um pré-aquecedor seguido de uma prensa de rosca gêmea, onde a torta sólida era direcionada ao digestor. Já, o líquido gorduroso era enviado a um evaporador operando com vácuo a uma temperatura entre 70-90°C, aquecido pelos vapores provenientes do digestor. Neste sistema, a água evaporada do líquido gorduroso era condensada e os gases não condensáveis enviados a tratamento adequado. O líquido gorduroso sem umidade era enviado ao digestor junto com a torta sólida. Deste momento em diante o processo era semelhante aos demais (USEPA, 1995).

Existem outros sistemas contínuos, porém não passam de pequenas derivações dos descritos acima, como se pode notar na tabela 3.19.

TABELA 3.19 – DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS CONTÍNUOS STORK-DUKE, STORD-BARTZ E ANDERSON-CARVER-GREENFIELD

PROCESSO	DESCRIÇÃO
• Stork-Duke	O digestor opera com alta proporção de gordura líquida. O vapor circula nas camisas do equipamento e no eixo central, utilizado para movimentação da carga. O tamanho das partículas que adentram no digestor varia entre 20 à 50 mm. A máxima temperatura atingida é de 135-145°C com tempo médio de retenção de 30 minutos.
• Stord-Bartz	O vapor circula nas camisas e pás rotativas do digestor. O tamanho das partículas que adentram no digestor varia entre 20 à 50 mm, sendo pré-aquecidas. A temperatura média máxima atingida é de 125°C e o tempo médio de residência é entre 22 e 35 minutos.
• Anderson-Carver-Greenfield	Nesse processo os ROA são triturados a tamanhos menores que 10 mm, sendo depois misturados com a gordura aquecida, reciclada do processo, para formar um lodo com boa fluidez. O lodo é bombeado através de um sistema trocador de calor tubular com vapor nas câmaras sobre vácuo parcial. Após essa etapa o material é centrifugado e prensado para produzir sebo e FOA. O processo de aquecimento atinge a temperatura máxima de 125°C com um tempo de residência médio entre 20 e 25 minutos.

Fonte: THE BSE INQUIRY, 2000.

3.6 REGULAMENTAÇÃO PARA O PROCESSAMENTO DE ROA

A Instrução Normativa nº 15 (IN15), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA), aponta os procedimentos básicos de fabricação para os estabelecimentos que processam resíduos de animais para a produção de gorduras e FOA (BRASIL, 2003).

Entre os principais pontos da IN15, relevantes para este trabalho, destacam-se as exigências dos processos industriais aos quais as Graxarias devem se adequar, tratados em seu item 3.3.2.5, que são transcritos como se segue:

“a) após o recebimento, os resíduos de animais devem ter o tamanho das partículas reduzidas de modo a não exceder 5 cm (cinco centímetros).

b) o tratamento térmico, visando à esterilização, deverá obedecer as seguintes condições:

I - vapor saturado direto;

II - temperatura não inferior a 133 °C (cento e trinta e três graus Celsius);

III - tempo mínimo de 20 minutos;

IV - pressão de 3 Bar, na massa do produto em processamento.

c) a esterilização poderá ser efetuada antes ou depois da fase de cocção para todo o material produzido (farinhas e gorduras).

d) os resíduos de animais poderão ser processados em digestores de batelada ou contínuos, com pressões de vapor na camisa, eixos e pás do equipamento entre 3 a 10 Bar:

I - no caso de penas, a pressão de trabalho deve ser aplicada na massa dos resíduos de animais de modo a efetuar a hidrólise das proteínas.

II - nos processamentos de resíduos com a finalidade de extração de gorduras, a etapa de esterilização da massa poderá ser efetuada posteriormente à sua extração e sob pressão de 3 Bar.

e) quando for utilizado vapor saturado diretamente sobre os resíduos de animais em processamento sob pressão, a água deverá ser potável.

f) o tempo e a temperatura de cocção podem variar em função da natureza e das quantidades das matérias-primas a serem processadas.

g) após a cocção, a esterilização e o desengorduramento, o material resultante será moído para atingir o tamanho das partículas que não apresente retenção em peneira de 3,4 mm (três vírgula quatro milímetros), ou que apresente no máximo 10% (dez por cento) de retenção na peneira de 1,68 mm (um vírgula sessenta e oito milímetros).

h) fica permitida a adição de aditivos e conservantes, devidamente autorizados pelo órgão competente, para evitar a proliferação e disseminação de patógenos e a oxidação das gorduras.

i) os equipamentos utilizados para tratamento térmico devem estar equipados com aparelhos de medição da temperatura e da pressão nos pontos sensíveis, devendo também existir dispositivos de registros dos resultados das medições, que podem ser manuais ou automáticos.” (BRASIL, 2003).

A IN15, desta forma, segue as recomendações estabelecidas pela União Européia, em 1996, para os processos de fabricação de FOA, que TAYLOR (1999) sintetiza como sendo

temperatura de 133 °C e pressão de 3 bar por 20 minutos. Valores, segundo o autor, estabelecidos experimentalmente.

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) completam a IN15, com o intuito de aumentar o controle de produção e minimizar riscos desnecessários de contaminação nas Graxarias, sendo definida como procedimentos higiênico-sanitários e operacionais responsáveis pelo controle de todo o processo industrial, que vai do recebimento da matéria prima ao acondicionamento dos produtos acabados, garantindo desta forma a rastreabilidade da produção (BRASIL, 2003).

3.7 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS GRAXARIAS

3.7.1 Poluição atmosférica

LORA (2002) aponta que o problema de poluição do ar é intenso nas grandes cidades, especialmente naquelas localizadas em países em desenvolvimento.

Segundo BARRENETXEA *et al.* (2003), poluição atmosférica pode ser entendida como a contaminação da atmosfera por inserção, ou permanência temporária, de materiais alheios a sua composição natural, ou em proporção superior ao natural, nos estados de agregação da matéria – gás, líquido ou sólido – ou, ainda, na forma de radiações.

WARK e WARNER (1976) destacam que um dos problemas mais complexos da poluição do ar é o odor.

Para WARNER (1981), o odor se converte em um problema, quando incomoda fisicamente a um número razoável de pessoas, interferindo em seu estado de bem-estar.

GODISH (2004) destaca que odores desagradáveis é a forma de poluição que mais diretamente impacta o ser humano, sendo responsáveis por grande parte das queixas a agências reguladoras do meio ambiente.

WARK e WARNER (1976) assinalam que uma fonte de odor intenso pode causar náuseas, insônia pela noite e desvalorizar imóveis próximos.

Segundo GODISH (2004) a palavra odor correntemente é utilizada como sinônimo de desagradável, porém, o termo é definido pela ciência como sendo o resultado da presença de substâncias voláteis e semivoláteis assimiláveis pelo sistema olfativo humano.

Basicamente, para uma substância ser odorífera é necessário ocorrer três situações: ser volátil, capaz de ser absorvida pelo aparelho sensitivo humano e ser causadora de mudanças na percepção olfativa (WARK e WARNER, 1976).

O sistema olfativo humano é o melhor equipamento para medir odor, funcionando como defesa natural, porém, é muito dependente de duas características: a) o odor não familiar é mais facilmente detectável que o familiar e; b) a fadiga olfativa torna o odor, após certo tempo de exposição, não detectável. Estes fatores tornam a percepção muito individualizada, o que faz com que um odor seja desagradável para uns e indiferente para outros (WARK e WARNER, 1976; GROSFILS, 1994).

A percepção de um odor é uma resposta psicofisiológica a inalações de compostos químicos odoríferos que, infelizmente, ainda não podem ser quimicamente medidos (GODISH, 2004).

ROSS (1971) observa que todos os materiais odoríferos abaixo de uma certa concentração são inidentificáveis. Tanto, que GODISH (2004) define como limite de detecção

de odor a concentração de percepção de uma substância não familiar. Já, PROKOP (1992b) trata como limite de reconhecimento a concentração no qual um odor é identificável.

PROKOP (1992b) salienta, ainda, que o limite de reconhecimento é sempre maior que o limite de detecção (ou percepção).

A unidade de odor (uo) foi estabelecida como a quantidade de odor necessária para contaminar um pé cúbico (1 ft^3) de ar limpo (livre de odor) até o limite de detecção (PHELPS, 1976).

Dentre as muitas fontes de odores desagradáveis estão as Graxarias, fábricas de sabão, plantas petroquímicas, refinarias, fábricas de papel e celulose, plantas de processamento de pescado, estações de tratamento de esgoto, exaustão de diesel e operações relacionadas à agricultura, sendo que os principais compostos responsáveis são aminas, gases sulfurosos, fenol, amônia, aldeídos e ácidos graxos (GODISH, 2004).

3.7.2 Poluição atmosférica nas Graxarias: o problema do odor

Dentro do processo produtivo de unidades de RROA, as fontes de poluição podem ser divididas em convencionais e não convencionais. As fontes convencionais são aquelas com dimensões, capacidades e formatos conhecidos, com emissões por pontos identificados e quantificados. São representadas por equipamentos como os digestores, filtros prensa, centrífugas, moegas e etc. As fontes não convencionais são aquelas que não apresentam uma geometria bem definida nem pontos claros de emissão. São caracterizadas por derrames de materiais, escapes de gases por frestas e juntas, restos de carne ou ossos sob máquinas e

equipamentos, poeiras fugitivas, descargas de caminhões, movimentação de cargas e etc. (LICCO, 2002).

DANIELSON (1973) e MILLER (1975) apontam que o odor incomodativo é o principal poluidor atmosférico emitido pelas Graxarias e outros sistemas que processam matéria animal. Tanto, que SELL (1992) destaca que sem o devido controle os odores podem ser percebidos a distâncias acima de 32 quilômetros, deixando muitas reclamações nas populações atingidas.

Estes odores desagradáveis são resultados da emissão de vários compostos inorgânicos e orgânicos complexos, como por exemplo, amônia, etilaminas, sulfeto de hidrogênio, sulfetos de metila e dimetila, escatol, mercaptanas, trimetilamina, dimetilamina, dimetilpirazinas, butilamina, aldeídos e ácidos orgânicos, mais putrescina e cadaverina quando o material não é fresco (MILLER, 1975).

O conhecimento das propriedades químicas destas correntes odoríferas é de suma importância, principalmente quando se deseja tratá-los por meio de absorção e reação química com outros compostos como, por exemplo, aldeídos com o bissulfito e acetonas e ácidos por dissoluções em permanganato de potássio (WARNER, 1981).

O limite de percepção de odor dos principais compostos emitidos nas operações de cozimento dos ROA nas Graxarias pode ser observados na tabela 3.20.

As fontes concretas de emissão de substâncias odoríferas se centram ao redor dos seguintes pontos: 1 – Área de descarga, onde as carcaças são transferidas para os silos de armazenamento (pulmões). Normalmente, as concentrações de odores nesta área são relativamente baixas. 2 – Processos de cocção em que as carcaças são reduzidas e aquecidas com vapor normalmente indireto para liberar o material graxo. Nesta etapa se produz a maior concentração de substâncias odoríferas. 3 – Processos de armazenamento do sebo, que produz odores moderados, especialmente no ciclo de carga de silos vazios (WARNER, 1981). Neste

sentido, a Agência de Controle de Poluição dos Estados Unidos (USEPA) aponta, ainda, que os digestores e às vezes as prensas são reconhecidos como fontes primárias de odores (alta intensidade), já os filtros prensa, as centrífugas, os tanques de processamento de sebo, e o percolador são consideradas fontes secundárias, porém não desprezíveis (USEPA, 1995).

TABELA 3.20 – LIMITE DE PERCEPÇÃO DE ODOR DE COMPOSTOS ASSOCIADOS AOS PROCESSOS DE GRAXARIAS

Substância	Fórmula	Limite de percepção de odor		1 unidade de odor $\mu\text{g}/\text{ft}^3$
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppmv	
• Acroleína	CH_2CHCHO	470	0,21	13,3
• Alilamina	$\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{NH}_2$	65.000	28	1.800
• Alil-mercaptana	$\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{SH}$	47	0,016	1,33
• Dimetilamina	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	85	0,047	2,4
• Metilamina	CH_3NH_2	26	0,021	0,74
• Trimetilamina	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	0,5	0,00021	0,014
• Amônia	NH_3	31.800	46,8	900
• Ácido Butírico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	3,5	0,001	0,1
• Sulfeto de dibutila	$(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{S}$	1.050	0,180	30
• Dimetilacetamida	$(\text{CH}_3)_3\text{CON}$	163.000	46,8	4.600
• Dimetilformamida	$(\text{CH}_3)_2\text{HCON}$	292.000	100	8.260
• Etilmercaptana	$\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$	2,5	0,001	0,07
• Sulfeto de hidrogênio	H_2S	6,4	0,0047	0,18
• Óleos oxidados		1,1		0,03
• Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	66	0,021	1,9
• Escatol	$\text{C}_9\text{H}_8\text{NH}$	1.150	0,22	32,5
• Dióxido de enxofre	SO_2	1.200	0,47	34

Fonte: MILLER (1975).

Na tabela 3.21, WARNER (1981) destaca a concentração de compostos odoríferos nas áreas de uma Graxaria por batelada, onde pode-se notar que as áreas que compreendem a exaustão da prensagem e os condensadores são as mais críticas em relação aos odores.

TABELA 3.21 – CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DO ODOR NAS DISTINTAS INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO DE SEBO

Área da instalação	Concentração de compostos odoríferos $\mu\text{g}/\text{L}$
• Exaustão da prensagem	27,4 – 50,4
• Área da prensagem	4,5 – 8,5
• Área do armazenamento dos materiais crus	1,9 – 3,8
• Área da descarga das autoclaves	3,1 – 5,8
• Condensador do digestor	10,0 – 11,2
• Operação de secagem do sebo	7,7 – 9,6

Fonte: WARNER (1981).

OLIVEIRA *et al.* (1990) indicam que a intensidade dos odores emitidos nas instalações de RROA está diretamente relacionada com o tempo decorrido desde o abate do animal até o instante do processamento dos resíduos. Tanto, que MILLER (1975) salienta que uma das formas de diminuir a emissão de odores no recebimento das carcaças é manusear o material o mais rápido possível, utilizando-as preferencialmente até no máximo 4 horas após o abate dos animais. Quando não há possibilidade, o autor atenta para a importância da utilização de entrepostos frigoríficos.

A tabela 3.22 demonstra a percepção de odor durante um ciclo de digestão de ROA em um processo por batelada, sendo as amostras retiradas em intervalos de meia em meia hora em bolsas de polietileno. As leituras da percepção de odor foram associadas à temperatura de cozimento e orgânicos totais medidos em ppm. Outro experimento foi realizado colhendo-se amostras após 3 horas da partida do digestor, com temperaturas de cozimento por volta de 130°C, obtendo-se como resultados as seguintes informações: a) orgânicos totais entre 230 e 330 ppm e, b) diluição necessária para a não percepção de odor entre 184.000 e 276.000.

TABELA 3.22 – EMISSÃO DE ODOR NÃO CONDENSÁVEL NO PROCESSO DE COZIMENTO POR BATELADA

Ciclo de Cozimento (horas)	Temperaturas °C	Orgânicos Totais (ppm)	Diluição necessária para não percepção do odor
• ¼	65		
• ½	104	180	40.000
• 1	118	1000	45.000
• 1 ½	120	700	97.000
• 2	120	400	75.000
• 2 ½	120	260	93.000
• 3	120	200	127.000

Fonte: JARKE, 1981 *apud* PROKOP, 1992a

Nos digestores por batelada, a taxa de remoção de umidade é alta inicialmente atingindo um pico no espaço de uma hora, passando então a decrescer rapidamente até o fim do cozimento. O tempo de cozimento varia de 1,5 a 2,5 horas, dependendo do conteúdo inicial

de umidade e do tipo do material sendo processado. Os não condensáveis do digestor podem variar em intensidade de odor - dependendo da idade e do tipo da matéria prima empregada - de 5.000 a 1.000.000 de unidades de odor por metro cúbico de ar (condições padrão), medidos pelo método da seringa ASTM. As emissões fugitivas dos digestores, dependendo de suas condições de vedação, podem variar de 710 L a 2.125 L por minuto de não condensáveis (PROKOP, 1992a).

Temperaturas de cozimento por volta de 150°C proporcionam uma aceleração no rompimento dos tecidos celulares dos ROA, liberando gases e vapores através de decomposições químicas, ocasionando maior formação de substâncias odoríferas (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983). Tanto, que os processos modernos evitam trabalhar com temperaturas superiores a 140°C, como indica THE BSE INQUIRY (2000).

DANIELSON (1973) aponta que a concentração de substâncias odoríferas não é somente função da temperatura de operação do processo de cocção, mas também do tipo de insumo utilizado, como se pode notar na tabela 3.23 que destaca a emissão de odor na digestão de vísceras e sangue.

TABELA 3.23 – EMISSÃO DE ODOR EM DIGESTORES

Fonte	Taxa de concentração de odor uo/ft ³ (na condição padrão)		Umidade na carga %	Vazão de exaustão ft ³ /t _{mp}	Emissão de odor uo/t _{mp}
	Faixa	Média			
• Digestor de vísceras e ossos	5.000 – 500.000	50.000	50	20.000	1,0 x 10 ⁶
• Digestores de sangue	10.000 – 1.000.000	100.000	90	38.000	3,8 x 10 ⁶

Fonte: DANIELSON (1973).

Obs.: 1 – vazão de exaustão na condição de trabalho; 2 – t_{mp} = tonelada de matéria prima alimentada; 3 – a grande variação na concentração de odor se deve ao tipo e idade da matéria prima utilizada.

Já, a tabela 3.24 aponta a emissão de odor em um digestor por batelada na descarga da torta contendo sebo e FOA, e após 5 minutos da descarga. Apenas na mistura de animais mortos e vísceras e ossos de abatedouros mediu-se após 7 e 18 minutos, respectivamente. É importante observar a variação de emissão de odor em relação à variação da matéria prima

utilizada, principalmente quando se compara restos de carnes e ossos de restaurantes com os de abatedouros.

TABELA 3.24 – EMISSÃO DE ODOR DURANTE DESCARGA DO DIGESTOR

Tipo de Resíduo	Na descarga uo/ft ³	Após 5 min. da descarga uo/ft ³	Após x minutos da descarga uo/ft ³
• Penas	200	20	
• Vísceras de galinhas e perus	2.000	500	
• Restos de carne e ossos com gorduras, tipo sobras de restaurante	25.000 a 40.000	200 a 3.000	
• Mistura de animais mortos (cães e gatos), restos de peixe e galinhas e etc.	1.000	1.500	800 x = 7 minutos
• Restos de carnes e ossos frescos de abatedouros	100	70	
• Vísceras e ossos de abatedouros	150 a 200	150	150 X = 18 minutos

Fonte: DANIELSON (1973).

As plantas operando com digestores contínuos têm capacidade produtiva superior às aquelas operando conjuntos de digestores em batelada, pela maior eficiência termodinâmica de seu processamento. Como requerem menos tempo de cozimento produzem materiais de melhor qualidade, ocupam menos espaço útil e consomem menos vapor e energia elétrica que o processo por batelada (LICCO, 2002).

A taxa de emissão de odor em digestores contínuos é relativamente constante e pode ser calculada com base na taxa de umidade presente na matéria prima e sua massa (DANIELSON, 1973).

A capacidade de digestão em processos contínuos, normalmente, é expressa em termos da capacidade evaporativa (taxa de evaporação da umidade da matéria prima). A tabela 3.25 resume uma comparação entre ROA provenientes de abatedouros e restaurantes processados em Graxarias com digestores contínuos utilizando o processo Duke.

A proposta básica de prover um controle de odor em plantas recicladoras de resíduos animais consiste em reduzir a emissão de substâncias odoríferas da planta a um nível que não

resulte em reclamações válidas da vizinhança. Neste sentido, PROKOP (1992a) aponta que a mudança de processo de batelada para contínuo permite a melhor coleta dos compostos odoríferos formados. Desta forma, os odores formados no processo contínuo podem ser confinados de maneira mais eficiente e tratados por sistemas de lavadores de gases ou pós-queimadores.

TABELA 3.25 – EMISSÃO DE ODOR DE DIGESTOR CONTÍNUO

Tipo de resíduo	Processo	Diluição necessária para não percepção do odor	Taxa de emissão ft ³ /min
• Restos de carnes e ossos de abatedouros	Duke	39.100 – 43.200	1.500
• Restos de carne e ossos com gorduras, tipo sobras de restaurante	Duke	21.600 – 73.700	1.700

Fonte: PROKOP, 1991 *apud* PROKOP, 1992a

3.7.3 Métodos de controle e tratamento de odores nas Graxarias

Como mencionado no item 3.7.2, os odores na operação de redução de matéria animal dentro de Graxarias são gerados em vários pontos. Neste sentido MILLER (1975) indica que odores provenientes dos digestores e equipamentos de processo devem receber controles através de mecanismos muito bem estabelecidos e projetados. Porém, o mesmo autor sinaliza que a simples limpeza e higienização de certos focos colaboram, em muito, com a diminuição dos odores incomodativos.

Para que os gases e vapores odoríferos possam ser tratados eles são captados por sistemas de exaustão e conduzidos aos tratamentos adequados para cada tipo de planta e requisitos locais (MILLER, 1975; DANIELSON, 1973).

A taxa de ventilação dos digestores pode ser estimada diretamente pela quantidade de água da matéria prima e do tempo para removê-la, sendo que as máximas taxas em processos a seco são aproximadamente o dobro da média das taxas de evaporação (DANIELSON, 1973).

As técnicas de controle de odores mais usuais nos processos de digestão e separação para a produção de sebo e FOA são a condensação, a absorção, a adsorção e a incineração em pós-queimadores (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

Recentemente, SETH (2005) informou avanços interessantes no tratamento de odores, através da utilização de biofiltros associados com lavadores, atingindo uma taxa de remoção ao redor de 94%.

3.7.3.1 Pós-queimador

A incineração em pós-queimador, aparece como o método mais efetivo para a remoção de odores indesejáveis dos processos de uma Graxaria, podendo ser utilizada sozinha ou em um sistema acoplado a outros equipamentos como os condensadores (DANIELSON, 1973).

Quando os gases e vapores a serem incinerados são combustíveis, melhoram a relação econômica do processo (SELL, 1992).

Outra medida para viabilizar o processo é o reciclo do vapor gerado na incineração para os digestores (USEPA, 1995).

É muito importante cuidar para que a incineração ocorra de forma total, pois, oxidações parciais podem gerar compostos odoríferos iguais ou piores aos participantes da corrente de entrada do equipamento (SELL, 1992).

A temperatura de trabalho e tempo de residência são no mínimo 750°C e 0,5 segundos, respectivamente, como indica o artigo 38 do Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 (SÃO PAULO (ESTADO), 2003).

Pós-queimadores trabalhando com 1200°F (aproximadamente 650°C) reduzem a concentração do odor de 100 a 150 uo/scf, quando o nível de material particulado não é excessivo. Um dos problemas da incineração em pós-queimadores é o alto consumo de combustível devido ao grande volume de gases odoríferos a serem tratados. Por exemplo, um sistema com digestores emitindo 3.000 scfm de gases odoríferos necessita de 4.800 scf/hora de gás natural no pós-queimador para que possa atingir 1.200°F (DANIELSON, 1973).

3.7.3.2 Condensação

Os condensadores são utilizados para separar a água dos vapores não condensáveis, diminuindo a quantidade de carga no sistema de tratamento (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

É comum que muitas substâncias odoríferas sejam condensadas junto com a água, ou até mesmo dissolvidas nesta última. Em alguns casos a quantidade de compostos é reduzida por um fator de 10 ou mais (DANIELSON, 1973).

Basicamente os tipos de condensadores utilizados são o de contato e o de superfície, e a escolha entre um ou outro é pela avaliação das vantagens e desvantagens que cada sistema pode oferecer (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

O condensador de contato apresenta uma taxa de remoção de odor maior que o de superfície, chegando algumas vezes a 90% de redução (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983), além de ser mais flexível, de simples operação e de manutenção mais fácil (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

Apesar do condensador de contato apresentar custo de instalação menor do que o de superfície, os custos de operação são maiores podendo gerar de 10 a 20 vezes mais efluente líquido (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

Já, o condensador de superfície apresenta custo de operação menor, porém, a remoção de substâncias odoríferas não ultrapassa 50% (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983).

De todas as formas, os condensadores isoladamente não removem adequadamente os compostos odoríferos de uma Graxaria. São convenientes como pré-tratamento, sendo os vapores e gases não condensáveis e insolúveis em água direcionados para outros equipamentos. A combinação mais comum é a associação de condensadores com pós-queimadores, cuja eficiência se pode notar na tabela 3.26 (DANIELSON, 1973).

TABELA 3.26 – EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO DE ODOR DE CONDENSADORES E PÓS-QUEIMADORES. GRAXARIA POR PROCESSO A SECO

Equipamento de controle de odor ^a	Temperatura do condensado °F	Temperatura do pós-queimador °F	Concentração de odor na saída uo/scf ^b	Volume de saída scfm ^c	Taxa de emissão de odor uo/min	Eficiência de remoção de odor %
• Pós-queimador		1200	120	750	90.000	99,40
• Condensador de superfície	80		500.000	25	12.500.000	50,00
• Condensador de contato	80		10.000	10	100.000	99,00
• Condensador de superfície seguido de pós-queimador	140	1200	75	90	7.000	99,98
• Condensador de contato seguido de pós-queimador	140	1200	25	90	2.000	99,99

Fonte: DANIELSON (1973).

^a Vapor de digestor com 50.000 uo/scf, emitindo 500 scfm de vapor com 5% de gases e vapores não condensáveis, numa taxa de emissão de 25.000 uo/min.

^b uo/scf = unidades de odor por pé cúbico padrão.

^c scfm = pé cúbico padrão por minuto.

3.7.3.3 Absorção

Absorção, ou lavagem de gases, é um procedimento muito difundido nas Graxarias para tratamento dos gases efluentes.

Os lavadores de gases trazem vantagens econômicas em relação ao pós-queimador, principalmente quando se trata de grandes vazões de gás saturado com umidade e concentrações relativamente baixas de substâncias odoríferas (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983).

Efluentes gasosos com altas concentrações de substâncias odoríferas limitam o uso de lavadores químicos devido à dificuldade de se obter adequado tempo de contato líquido-gás. Este problema pode ser contornado misturando os efluentes gasosos do digestor com os gases de exaustão do percolador e da ventilação da planta (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

Os lavadores devem ser projetados para propiciar um contato perfeito entre as substâncias odoríferas e o líquido de lavagem favorecendo adequada difusão e reações químicas. Colunas de pratos com borbulhadores, torres de enchimento, câmaras de *spray* e lavadores venturi são os equipamentos mais utilizados na absorção.

Normalmente, as soluções utilizadas nos lavadores são ácidos, bases e oxidantes químicos, contudo, os mais eficientes são os oxidantes fortes como o hipoclorito de sódio, o permanganato de potássio, dióxido de cloro e outros (WARK e WARNER, 1976).

Quando se utiliza permanganato de potássio é importante atentar ao detalhe que irá ocorrer formação de dióxido de manganês, o qual poderá obstruir os distribuidores de fluxo do lavador. Para evitar tal problema é conveniente prever a utilização de uma solução redutora, como a de bissulfito de sódio (OLIVEIRA *et al.*, 1990).

Podem-se alcançar rendimentos de 99% quando se utiliza lavadores de múltiplos estágios e agentes oxidantes. Lavadores venturi são utilizados, principalmente, como pré-tratamento para remover material particulado das correntes gasosas a serem tratados, pois, partículas grandes tendem a consumir os agentes oxidantes presentes nos absorvedores (USEPA, 1995).

Casos utilizando lavador venturi seguido de torre de enchimento, com solução de hipoclorito de sódio a 1% e perda de carga de 10 polegadas de água (venturi), conseguiram reduzir a concentração de odor de 50.000-77.000 uo/scf para 10-40 uo/scf (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983).

3.7.3.4 Adsorção

Grande parte dos gases, oriundos dos digestores e equipamentos anteriores e posteriores destes, podem ser tratados por adsorção em carvão ativado (IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO, 1983).

Equipamentos de adsorção não podem ser utilizados em Graxarias sem antes pré-tratar os gases, retirando o material particulado, umidade e adequando a temperatura, pois, estes fatores prejudicam o processo, diminuindo a eficiência (DANIELSON, 1973).

Segundo IWAMIZU, CASANOVA e CARVALHO (1983) o leito de carvão ativado deve trabalhar com gases secos – umidade inferior a 11,5% – e frios – temperatura inferior a 49°C. Os mesmos autores apontam, ainda, que os leitos de carvão ativado são relativamente eficientes para o gás sulfídrico, o ácido úrico, o escatol e a putrescina, porém, se mostram pouco efetivo para substâncias como aminas de baixa massa molar e amônia.

Para tratar gases de graxarias o carvão ativado tem que ser de alta qualidade, adsorvendo cerca de 10 a 25% de sua massa antes do ponto de saturação. A regeneração do carvão ativado é a maior dificuldade deste processo de tratamento, sendo sua periodicidade fator importante de viabilidade. Normalmente a frequência de regeneração depende basicamente de 3 fatores, sendo eles: a concentração dos gases odoríferos, a qualidade do adsorvente e o tipo de compostos que serão adsorvidos (DANIELSON, 1973).

3.7.3.5 Biofiltração

A tecnologia de biofiltração é relativamente recente sendo mais difundida na Europa. Os biofiltros são grandes leitos de meio poroso que adsorvem compostos gasosos odoríferos reduzindo-os, por ação microbiana aeróbia, a não odorosos. Dois tipos básicos de meios filtrantes podem ser encontrados: 1) aqueles constituídos por composto orgânico, turfa, urze ou outro meio fibroso e; 2) aqueles constituídos por solos especiais. Os primeiros são comumente utilizados na Dinamarca, Canadá, França, Holanda e Nova Zelândia, e ultimamente nos Estados Unidos. O segundo tipo é aplicado nos Estados Unidos, mas ainda em fase experimental. Ainda assim os valores obtidos são da ordem de 99,9 % de redução na presença de odores (PROKOP, 1992a).

SETH (2005) reportou o caso da empresa Rothsay, que obteve consideráveis avanços no tratamento dos odores provenientes da produção de sebo e FOA. Abaixo segue resumo desta reportagem.

Segundo o autor, a empresa Rothsay, uma Graxaria localizada em Ontário, Canadá, obteve sucesso ao substituir seu sistema de lavadores, para tratar os gases odoríferos, por um

sistema de biofiltração com capacidade de 250.000 cfm. Seu sistema anterior era composto de seis lavadores utilizando hipoclorito de sódio a 12% para remover odor, e hidróxido de potássio para manter o pH.

O sistema de biofiltração foi projetado, desenvolvido e instalado pela empresa Biorem Technologies of Guelph, Ontário, Canadá, e entrou em operação em agosto de 2003. O biofiltro consta basicamente de meios filtrantes chamados de *Biosorbens*, que são materiais inertes com núcleo hidrofílico de formato uniforme, formado com nutrientes ricos em adsorventes orgânicos e inorgânicos. Este meio diminui o tempo de residência dentro do biofiltro, além, de ocupar 1/3 do espaço necessário em relação ao meio orgânico tradicional. Outro aspecto importante é que a empresa Biorem garantiu que os *Biosorbens* podem ser utilizados por mais de 10 anos sem necessitar de paradas para manutenção. Os *Biosorbens* têm como função principal manter as condições ótimas de crescimento dos microorganismos, enquanto oferece uma tensão superficial ideal, alta retenção da umidade e resistência à decomposição e compactação.

O sistema da Rothsay consiste na coleta dos gases e vapores odoríferos de vários pontos da planta por sistema de dutos. Estas correntes gasosas são enviadas para um pré-tratamento, que umidifica os gases e vapores mantendo um mínimo de 95% de umidade relativa e posteriormente elimina as bolhas de água.

Após o pré-condicionamento, a corrente gasosa é enviada aos biofiltros – num total de seis células contendo, cada uma, um leito de 1,68 m de comprimento de *Biosorbens* – e puxada por ventiladores, fazendo com que atravesse o leito para ser lançada para a atmosfera.

Foram realizadas três coletas na partida do sistema, sempre em triplicata, em dias diferentes, obtendo os resultados apresentados na tabela 3.27.

A média alcançada nos primeiros testes realizados com o sistema demonstrou um valor de 94%, acima do previsto em projeto que era de 90%.

TABELA 3.27 – EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO DE ODOR NOS BIOFILTROS DA EMPRESA ROTHSAI, TESTES DE PARTIDA DO SISTEMA

Teste	Temperatura média em °C	% média de remoção de odor
• Dia 1	18-20	89
• Dia 2	16	98
• Dia 3	14	95

Fonte: SETH (2005).

Posteriormente, foram realizados testes para comprovar a eficiência do sistema, um pela agência reguladora do meio ambiente de Ontário e outro por empresa particular de consultoria, obtendo-se 92 e 94% de remoção de odor, respectivamente.

4 METODOLOGIA

O objeto de estudo deste trabalho são os processos de RROA praticados nas Graxarias, que utilizam como matéria prima restos de carcaças, ossos e gorduras provenientes de açougues, supermercados, charqueados e restaurantes.

No intuito de introduzir o tema reciclagem e relacioná-lo com os ROA realizou-se uma revisão da literatura disponível, levantando as principais formas de disposição destes resíduos, assim como os processos industriais de produção de sebo e FOA, sendo o controle dos odores gerados o foco do estudo. Não se olvidou de inter-relacionar o assunto à expressiva cadeia produtiva da carne.

Objetivando a comparação e análise dos processos por batelada e contínuo praticados por Graxarias independentes localizadas na RMSP, se desenvolveu um estudo de caso com duas empresas, uma de cada tipo de processo, coletando dados através de entrevistas no período que compreende março a julho de 2005, com os gestores das unidades escolhidas.

Para a coleta de dados utilizou-se a técnica de entrevistas semi-estruturadas, onde se obteve informações para serem utilizadas em análise qualitativa. As entrevistas foram conduzidas por um roteiro de itens no intuito de se realizar comparações entre os processos existentes, permitindo incluir questões no momento da entrevista para maior aprofundamento dos temas abordados. Esta técnica é descrita por BARROS e LEHFELD (2000) como entrevista focalizada.

Para o desenvolvimento do estudo de caso utilizaram-se os processos praticados pela Giglio S/A Indústria e Comércio (São Bernardo do Campo/São Paulo) e Razzo Ltda. (São Paulo/capital), como exemplos de batelada e contínuo respectivamente. O critério de escolha das empresas foi baseado na questão de apresentarem os processos em estudo e permitirem a

pesquisa, além do fato de serem empresas tradicionais no setor. No caso específico da Razzo se levou em consideração o fato da empresa ter promovido alteração do processo de batelada para contínuo, o que auxiliou, ainda mais, a análise e comparação das informações levantadas nas entrevistas.

O roteiro das entrevistas inquiriu basicamente sobre os itens: histórico, processo industrial, controle de poluentes, adequação à legislação vigente e problemas de odor com a vizinhança. Para tanto, se elaborou o seguinte roteiro de perguntas, para ordenar as entrevistas:

- I. Histórico da empresa.
- II. Origem e tipo de matéria prima coletada.
- III. Tipo e condições de transporte de coleta de matéria prima.
- IV. Armazenamento da matéria prima.
- V. Pré-tratamentos da matéria prima: separação, estratificação e etc..
- VI. Tipo e detalhes do processo:
 - i. Tecnologia de processo utilizado.
 - ii. Condições de operação: tempo, pressões, temperaturas e etc..
 - iii. Fluxo de produção.
 - iv. Controles da operação.
- VII. Controles dos efluentes:
 - i. Sólidos.
 - ii. Líquidos.
 - iii. Gasosos.
- VIII. Problemas com odor envolvendo a comunidade circunvizinha.
- IX. Facilidades e dificuldades encontradas na adequação da legislação vigente (Instrução Normativa nº 15).

Para auxiliar na análise da hipótese central, realizou-se levantamento documental dos relatórios da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) de reclamações de odores, com o intuito de obter informações das empresas em estudo quanto à sensibilidade da vizinhança aos odores emitidos pelos processos. A CETESB cedeu as informações das empresas no período entre 1993 e 2005 até o mês de junho. É importante ressaltar que o relatório de reclamações de odor da CETESB, que não era informatizado até o ano de 2002, não distingue a origem do odor, indicando apenas de forma absoluta o número de reclamações destinadas à empresa em relação a odores incomodativos. As informações referentes à empresa Razzo foram cedidas pela socióloga Eliana de Mello Braga, da Agência Ambiental do Ipiranga, e as informações da empresa Giglio foram fornecidas pela socióloga Maria Zumilde Ramos de Souza, da Agência Ambiental de Santo André, que compilaram as reclamações agrupando-as por ano.

Na tabela 4.1 é possível verificar o cronograma de visitas realizadas, assim como os dados das empresas e entrevistados.

TABELA 4.1 – CRONOGRAMA DAS VISITAS REALIZADAS NA RAZZO, GIGLIO E CETESB

Empresa	Endereço	Data	Entrevistado	Cargo	Telefone e email
• Razzo Ltda.	Av. Marginal Direita do Tietê, 830, Vila Jaguara, São Paulo, SP	24/3/2005	Luís Lima	Coordenador Técnico de Manutenção / PCM	11 3622 1313 pcm@razzo.com.br
• Giglio S.A. Indústria e Comércio	R. Rio Preto 145, Vila Vivaldi, São Bernardo do Campo, SP	20/7/2005	Antonio Carlos Giglio	Diretor Industrial	11 4368 1822 toninho@giglio.com.br
• CETESB Ipiranga	R. Paula Ney 163, Aclimação, São Paulo, SP	20/7/2005	Eliana de Mello Braga	Analista de Educação Ambiental	11 5574 0646 elianab@cetesb.sp.gov.br
• CETESB Santo André	Av. Higienópolis 177, Vila Boa Vista – Santo André	21/9/2005	Maria Zumilde Ramos de Souza	Socióloga	11 4994 8700

As informações, obtidas das entrevistas, observações e relatórios (CETESB), estão compiladas e agrupadas no capítulo 5 deste trabalho, intitulado de “O estudo de caso”. Neste capítulo as informações e análises foram fragmentadas em subitens para o melhor entendimento e compreensão, para posterior discussão no capítulo 6. Contudo, é sempre importante ressaltar que este tipo de indústria apresenta grande dificuldade de divulgação de dados produtivos e de processo, tanto pela estrutura familiar administrativa, como pelas pressões que sofrem do órgão de controle ambiental em função dos incômodos que causam.

5 O ESTUDO DE CASO

5.1 ASPECTOS GERAIS DAS PLANTAS

Este estudo objetiva a comparação entre os processos de cocção praticados pelas empresas que reciclam e beneficiam resíduos de origem animal, no intuito de se discutir propostas de viabilidade quanto às emissões de odores fugitivos além dos limites da planta.

Para tal propósito escolheram-se as plantas industriais da Giglio e da Razzo, a primeira como modelo do processo por batelada e a segunda como contínuo, por justamente serem duas empresas tradicionais e representativas deste setor na Região Metropolitana de São Paulo, como se pode notar pelos seus históricos nas tabelas 5.1 e 5.2.

TABELA 5.1 – HISTÓRICO DA EMPRESA GIGLIO

Empresa	Data	Histórico
• Giglio	1934	• Carlos José Giglio compra um terreno no Tanque da Pólvora e funda a Giglio LTDA, na Rua Abagiba, 42 - Sacomã, São Paulo, para produzir sebo derretido e sabão.
	1954	• Transfere-se para a Vila Vivaldi, em São Bernardo do Campo, comprando uma fábrica assemelhada que já funcionava no local desde 1948.
	1964	• Substitui as autoclaves para produção de adubo por digestores, passando a produzir farinha de carne e ossos para ração animal.
	1970	• Compra a Seb Adub, que trabalhava com o processamento de cachorros apreendidos e mortos pela Prefeitura de São Paulo, e amplia sua fábrica.
	1976	• Inicia um novo processo de ajustes às demandas ambientais, instalando sistemas de controle da poluição das águas e do ar.
	Atualmente	• Vem investindo em equipamentos considerados internacionalmente como de melhor desempenho na área do controle de odores, analisados e aprovados pela CETESB, como incinerador exclusivo para destruição de substâncias odoríficas.

TABELA 5.2 – HISTÓRICO DA EMPRESA RAZZO

Empresa	Data	Histórico
♦ Razzo	1964	♦ Inicia suas atividades com o nome de ZIMBARDI S. A. na cidade de Carapicuíba, São Paulo, com o seu fundador Salvador Nazareno Razzo.
	1970	♦ Transfere suas instalações industriais para a Margem Direita do Rio Tietê, na Vila Anastácio, São Paulo, onde aumentou suas instalações e consequentemente sua produção.
	1997	♦ Moderniza a fábrica de produção de sebo e FOA, instalando digestor contínuo de matéria prima com sistema de tratamento de odores por absorção com hipoclorito de sódio.
	Atualmente	♦ Em fase final da implantação de uma planta de produção de produtos de limpeza (sabão em barra e detergentes).

A empresa Giglio está localizada na R. Rio Preto 145, Vila Vivaldi, São Bernardo do Campo, região altamente adensada por residências e indústrias, como se pode notar nas figuras 5.1 e 5.2, estando próximo do Ribeirão dos Meninos.

A Razzo localiza-se na Av. Marginal Direita do Tietê, 830, Vila Jaguara, São Paulo, cujo entorno apresenta grande circulação de automóveis e pessoas, por estar em uma região caracteristicamente de empresas comerciais e industriais, como se observa na figura 5.3. Na figura 5.4 pode-se notar que a fábrica também é vizinha de muro de uma favela localizada nos fundos da planta, onde se localiza o sistema de tratamento de efluentes líquidos da unidade.

A tabela 5.3 compila de forma sucinta as informações quanto à origem da matéria prima, tipo de coleta e manuseio dos resíduos ao chegarem às plantas da Razzo e Giglio. É relevante notar que os procedimentos praticamente não se diferem entre as duas empresas, fato de bastante relevância, pois corroboram para focalizar o estudo de emissão de odor no processo térmico de cocção propriamente dito.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2005.

FIGURA 5.1 – PLANTA DA GIGLIO



Fonte: GOOGLE EARTH, 2005.

FIGURA 5.2 – DETALHE DA VIZINHANÇA DA PLANTA DA GIGLIO



Fonte: GOOGLE EARTH, 2005.

FIGURA 5.3 – DETALHE DA VIZINHANÇA DA PLANTA DA RAZZO



Fonte: GOOGLE EARTH, 2005.

FIGURA 5.4 – PLANTA DA RAZZO

TABELA 5.3 – ORIGEM DA MATÉRIA PRIMA, TIPO DE COLETA E ARMAZENAMENTO

Item	Giglio	Razzo
• Origem da matéria prima	Coletada diariamente em açougues e supermercados.	Coletada diariamente em açougues, charqueados e supermercados.
• Tipo de coleta	Realizada com caminhões semi-fechados, separando no momento da coleta os ossos dos sebos.	Realizada com caminhões especiais totalmente fechados. A empresa conta com entrepostos frigoríficos, localizados em Campinas (Estado de São Paulo) e sul de Minas Gerais, para acondicionar a matéria prima coletado nas regiões mais distantes.
• Recebimento e Armazenamento	Ao chegar, os caminhões são pesados e a carga de sebo, que está acondicionada na extremidade da carroceria, é descarregada manualmente em duas baias de aço, sendo transportada por um sistema de roscas sem fim para trituradores, onde é picada e homogeneizada. Uma vez descarregado o sebo, o caminhão retorna para a balança para pesagem da carga de ossos. Retorna para a unidade de processamento onde descarrega os ossos em um fosso especial de recepção. Desse fosso os ossos são transportados por sistema de roscas sem fim, para os trituradores, onde são reduzidos em tamanho e misturados.	Após a coleta, que se processa durante o período da manhã e começo da tarde, a frota volta para abastecer a fábrica por volta das 16 horas. Os caminhões são pesados, e descarregam automaticamente os ossos e sebos em uma caixa coletora de aço, onde são transportados com rosca sem fim para caixas de armazenamento.

5.2 PROCESSO INDUSTRIAL

A tabela 5.4 apresenta os detalhes gerais dos processos praticados atualmente pelas duas empresas, evidenciando somente os itens de maior relevância. É importante ressaltar que os pré-tratamentos são muito semelhantes, diferenciando-se apenas no regime de alimentação dos digestores.

Em relação às diferenças no processo produtivo (tabela 5.5), em uma primeira análise não se percebe valores significativos, tanto que as pressões, temperatura e tempo de residência da matéria prima nos digestores são muito próximos. Porém, é relevante destacar

que no sistema por batelada aplicado na Giglio a temperatura obedece a um gradiente de elevação até atingir os 130°C, ciclo este, que se inicia a cada carga, sendo a operação controlada pela experiência do operador. Já, no processo contínuo utilizado na Razzo o sistema trabalha com temperatura constante de 133°C, sendo o controle automático.

Com relação à movimentação dos ROA dentro dos digestores é pertinente observar que obedecem a regimes diferentes para cada caso. No caso da Giglio, os ROA sofrem uma movimentação vertical dentro do digestor no processo de cocção, fato que facilita a formação de pontos de estagnação e dificulta a troca térmica. No digestor contínuo da Razzo, os ROA sofrem uma movimentação horizontal com deslocamento progressivo e contínuo, dificultando a formação de pontos de superaquecimento.

TABELA 5.4 – DETALHES GERAIS DO PROCESSO INDUSTRIAL DE CADA PLANTA

Item	Giglio	Razzo
• Tipo de processo	Processo por batelada, utilizando 10 digestores em paralelo.	Processo contínuo, utilizando 2 digestores em paralelo, ficando sempre um em espera (<i>stand-by</i>). Utiliza tecnologia importada da Espanha.
• Pré-tratamento	A matéria prima (sebo e ossos) é triturada, misturada e aditivada com antioxidantes. Após esta etapa é conduzida por sistema de roscas sem fim para caixas dosadoras localizadas diretamente acima dos 10 digestores, onde os alimenta nas quantidades exatas de suas capacidades.	A carga de sebo e ossos proveniente das caixas de armazenagem é triturada em moinhos de facas até adquirir tamanho de 40 mm, sendo aditivada com antioxidantes, e transportada por sistema de roscas sem fim para caixas dosadoras localizadas acima do digestor, onde alimenta as quantidades de forma contínua, respeitando a taxa de carga do equipamento.
• Descrição dos digestores	Digestor vertical encamisado com misturador no eixo central, também encamisado. A alimentação da carga é realizada pela parte superior do digestor, sendo a descarga pela porta frontal, descarregando o produto no percolador aberto. A rotação do eixo é de aproximadamente 38 rpm.	Digestor vertical encamisado com sistema de deslocamento contínuo de fluxo.

Outro aspecto de destaque é o consumo de energia (tabela 5.5), onde se pode notar uma grande vantagem para o processo contínuo praticado na Razzo. Este aspecto já era

previsível e foi abordado no item 3.5.2.2.2 da fundamentação teórica deste trabalho. Contudo não se esperava tamanha diferença, pois a Razzo consome uma vez e meio menos energia que a Giglio, para produzir quase o dobro de sebo e FOA por mês.

TABELA 5.5 – DETALHES DA COCÇÃO DE CADA PLANTA

Item	Giglio	Razzo
• Temperatura	Apresenta um gradiente de aumento de temperatura até chegar à aproximadamente 130°C.	Constantemente a 133°C.
• Pressão	Aproximadamente 6 atm nas camisas tanto do digestor como das pás do misturador.	Entre 7 e 8 atm nas camisas tanto do digestor como das pás do sistema de movimentação da matéria prima.
• Tempo de residência	Aproximadamente 1,5h, dependendo da qualidade e tipo de matéria prima, trabalhando com uma tolerância de mais ou menos 20 min.	Aproximadamente 1,5h, dependendo da qualidade e tipo de matéria prima.
• Carga	1,1 ton/digestor.	12 ton/h (cada digestor).
• Controle do processo	Não existe controle automático de processo, ficando a critério do operador do equipamento a decisão de finalizar o processo de cocção da matéria prima.	Processo com controle automático, controlado por sistema computadorizado. Além da temperatura e pressão, o sistema monitora a amperagem do eixo central de movimentação da matéria prima, controlando a maior ou menor resistência da carga. Também é realizado amostragens da massa sólida para controle da umidade.
• Consumo de energia da planta	Aproximadamente 58.000 kWh/mês. A empresa possui tarifa verde, realizando paradas nos períodos de pico de consumo de energia elétrica.	Aproximadamente 39.000 kWh/mês. A empresa possui tarifa verde.
• Produção de sebo	Aproximadamente 1.100 ton/mês.	Aproximadamente 2.000 ton/mês.
• Produção de FOA	Aproximadamente 2.000 ton/mês.	Aproximadamente 3.300 ton/mês.

Os fluxos de produção da Giglio e da Razzo encontram-se nas figuras 5.5 e 5.6, respectivamente, onde se podem notar as seqüências do processo, tendo uma visão de conjunto das etapas produtivas.

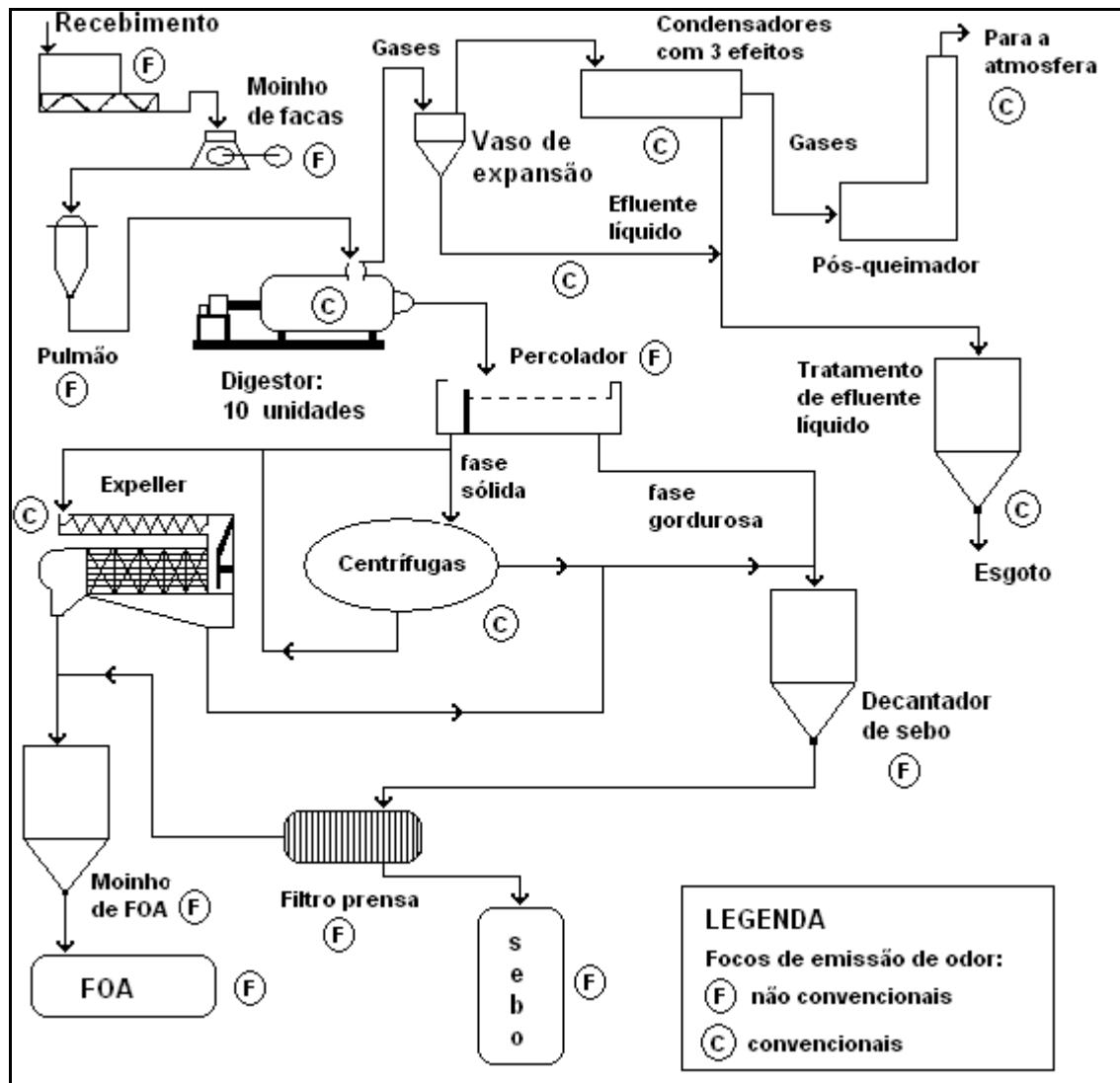


FIGURA 5.5 – FLUXO DE PRODUÇÃO: GIGLIO

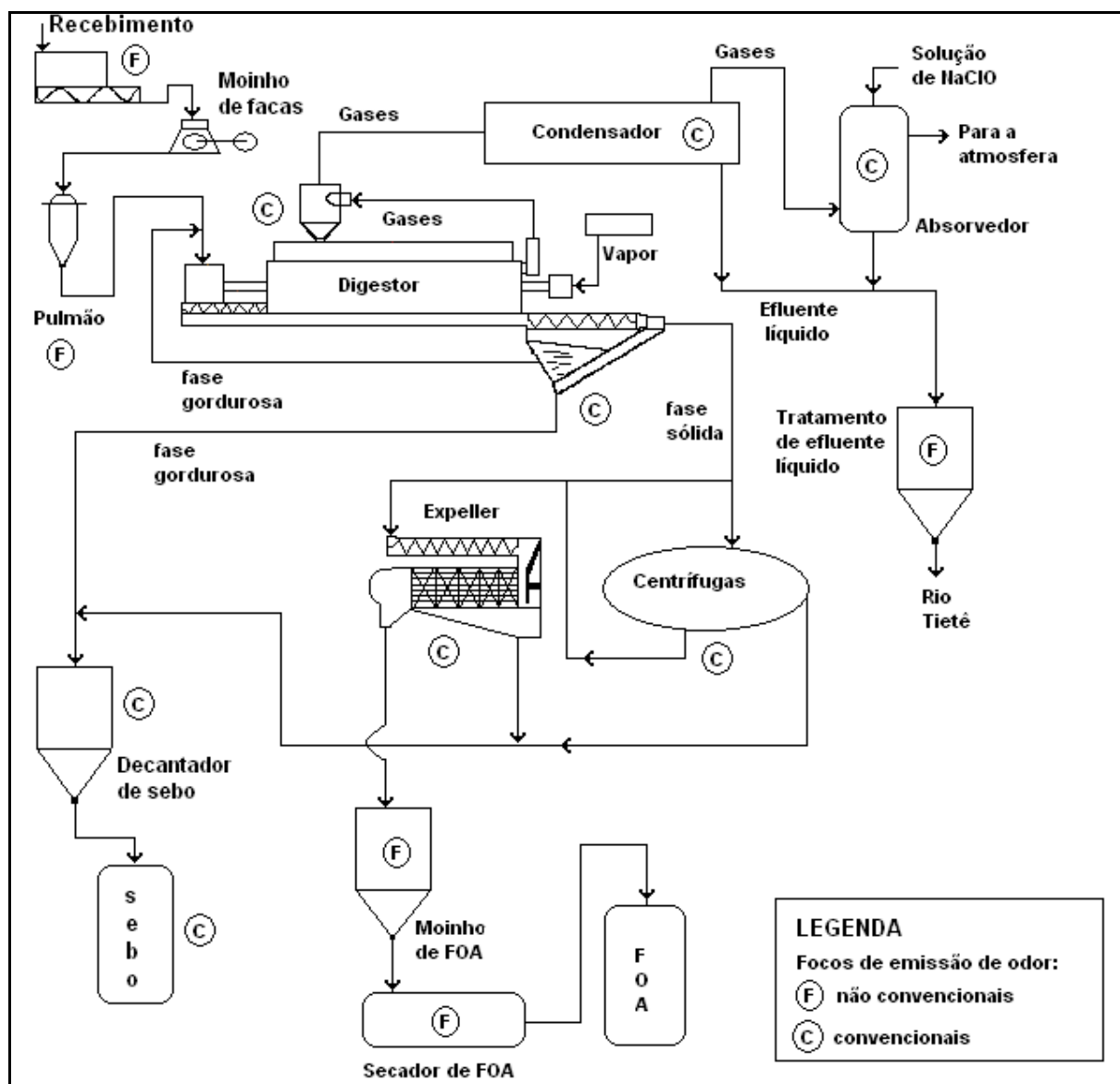


FIGURA 5.6 – FLUXO DE PRODUÇÃO: RAZZO

5.3 CONTROLE DE POLUENTES

Como destacado anteriormente, o foco deste trabalho reside nos aspectos de poluição atmosférica das graxarias e o principal objeto de estudo é a emissão de odores provenientes dos processos. Contudo, faz-se necessário uma visão completa da gestão dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos gerados, por constituírem fonte relevante de aspecto ambiental. A tabela 5.6 apresenta os tipos de tratamentos dados aos resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), sendo possível observar as diferenças de procedimentos entre as duas plantas.

TABELA 5.6 – TRATAMENTO DOS EFLUENTES

Item	Giglio	Razzo
• Sólido	Os sólidos são aproveitados no fabrico de FOA. A varredura da fábrica é re-introduzida nos digestores.	Os sólidos são aproveitados no fabrico de FOA. A varredura da fábrica é re-introduzida no digestor.
• Líquido	Os efluentes líquidos provenientes dos condensadores são conduzidos a um tanque de decantação e espera, sendo controlado a temperatura e o pH. Quando estes se encontram condicionados a 30°C e pH igual a 7 são descartados no esgoto comum.	Os efluentes líquidos são tratados em sistema separado da unidade, constando das operações de pré-filtração, tratamento aeróbio e anaeróbio, e filtração final em caixa de areia, sendo o filtrado descartado para o Rio Tietê. O volume de efluente tratado é de 50 m ³ /dia.
• Gasoso	A umidade e os gases produzidos durante o cozimento são captados e transportados até um vaso de expansão, onde se diminui a temperatura e a velocidade. Este fato favorece uma primeira fase de condensação do vapor e sedimentação de materiais carreados. Após esta etapa seguem para os condensadores de superfície (3 unidades), onde o excesso de umidade é retirado pelo resfriamento dos gases até uma temperatura de 35 a 40°C. Neste momento os gases não condensáveis, geralmente odoríferos, são conduzidos até o incinerador (pós-queimador), onde os odores contidos são destruídos pelo contato com temperaturas da ordem de 750 a 850°C, durante 1 segundo.	Os efluentes gasosos, compostos de vapor d'água e gases odoríferos, são captados de vários pontos do processo, principalmente do digestor contínuo, sendo enviados até um vaso de expansão onde se diminui a temperatura e a velocidade. Após esta etapa, seguem para o condensador, sendo os não condensáveis enviados para a torre de absorção e oxidação com hipoclorito de sódio a 5%. O efluente líquido gerado nesta etapa é enviado ao sistema de tratamento específico, e os gases não absorvidos são descartados diretamente para a atmosfera.

Os resíduos sólidos gerados não apresentam problemas de gestão, pois, são reaproveitados para a fabricação de FOA.

Os efluentes líquidos já apresentam alguns problemas. Estes são mais evidenciados na planta da Razzo, como resultado da sobrecarga do sistema devido ao acúmulo proveniente do tratamento de efluentes gasosos. Contudo, tal sobrecarga só necessita de redimensionamento, que já está sendo realizado pela Razzo através de projeto de nova estação de tratamento de efluente. Quanto a Giglio, os efluentes são tratados e monitorados não apresentando potencial para nenhum tipo de violação de padrões.

Em relação aos efluentes gasosos, a planta da Giglio faz uso de sistema mais sofisticado e considerado como de tecnologia mais eficiente, com a utilização de condensadores interligados a pós-queimadores. Na planta da Razzo, o sistema é através de condensação e absorção sendo mais simples e de custo mais baixo, tanto de projeto como de manutenção, e considerado na literatura como menos eficiente que o de pós-queima.

5.4 O PROBLEMA DO ODOR NAS PLANTAS DA GIGLIO E DA RAZZO

A questão dos odores que extrapolam os limites da propriedade das empresas foi analisada a partir de dois enfoques diferentes: a percepção do problema por parte dos gestores das empresas e a percepção do problema por parte da vizinhança próxima.

A visão do problema por parte das empresas foi obtida por entrevista com os gestores de cada empresa (conforme descrito na tabela 4.1 da metodologia) e está sumarizada na tabela 5.7. Na realização das entrevistas foi possível perceber o quanto este tema é nevrálgico para as empresas, sendo tratado com muito cuidado e atenção. As duas empresas têm investido de

forma consciente no tratamento de suas emissões fugitivas de odor, seja pela modificação de processo, como no caso da Razzo, seja pelo aperfeiçoamento no sistema de coleta e tratamento final dos gases, como no caso da Giglio.

TABELA 5.7 – VISÃO DAS EMPRESAS RELATIVA AO PROBLEMA DE ODOR NA VIZINHANÇA DAS PLANTAS

Empresa	Visão da empresa
• Giglio	Segundo o entrevistado, a empresa desde 1997 não apresenta problemas significativos de odores com a vizinhança. Nesta data foi implantado um sistema de gestão ambiental, através de consultoria externa.
• Razzo	Segundo o entrevistado, atualmente a empresa apresenta apenas problemas de odores oriundos do tratamento de efluentes líquidos. Contudo, destaca o entrevistado que não há reclamações com relação a odores fugitivos do processo de cocção e tampouco do tratamento de efluentes gasosos.

A tabela 5.8 apresenta o levantamento realizado junto à assessoria de comunicação da CETESB, onde se compilou os dados obtidos dos relatórios de reclamações de odores das empresas em estudo. As informações das empresas são referentes ao período compreendido entre 1993 e junho de 2005. Estes dados estão relacionados às reclamações que a vizinhança realiza junto ao órgão ambiental, tratando-se de informações subjetivas, pois, se referem às percepções e sensibilidades individuais. Os valores da tabela 5.8 poderiam ser mais completos, segundo a própria CETESB, uma vez, que nem todas as pessoas protocolam reclamações na agência pelo fato de se acostumarem com os odores ou não conseguirem identificar a fonte geradora.

É importante ressaltar que o relatório de reclamações de odor da CETESB, que não era informatizado até o ano de 2002, não distingue a origem do odor indicando apenas de forma absoluta o número de reclamações destinadas à empresa em relação a odores incomodativos.

TABELA 5.8 – RELATÓRIO DE RECLAMAÇÕES DE ODORES RELATIVOS ÀS EMPRESAS GIGLIO E RAZZO

ANO	NÚMERO DE RECLAMAÇÕES	
	Giglio	Razzo
• 1993	13	1
• 1994	11	2
• 1995	72	27
• 1996	3.277	22
• 1997	99	29
• 1998	41	6
• 1999	7	1
• 2000	Sem informação	3
• 2001	2	1
• 2002	3	1
• 2003	3	1
• 2004	3	15
• 2005 (parcial até mês de junho)	2	5

Fonte: Assessoria de comunicação da Cetesb.

As ocorrências de 1996 (tabela 5.8), da empresa Giglio, se devem a um abaixo-assinado realizado neste período por moradores de um condomínio de prédios próximo à planta, que presumiram que os odores que sentiam eram provenientes exclusivamente da empresa em questão. Contudo, em um levantamento realizado pela Giglio, através de consultoria especializada, notaram-se alguns aspectos interessantes apontados abaixo que podem justificar o expressivo número de reclamações:

“1) Todos os entrevistados que acusavam incômodos por odores desagradáveis entendiam ser a Giglio a responsável. Inquiridos sobre a possibilidade dos odores serem advindos de outras fontes como a decomposição da matéria orgânica contida nos esgotos ou no lixo, ou ainda de outros processos industriais trabalhando com substâncias com cheiro parecido com o de “sebo”, mostravam-se em dúvida, explicando ser um cheiro desagradável, às vezes parecido com coisa queimada e às vezes parecido com coisa podre, perceptível com maior frequência pelas madrugadas e manhãs, principalmente naquelas mais frias, chuvosas ou encobertas. Não houve um claro descritor para o cheiro reclamado.

2) Um segundo aspecto, talvez o mais importante identificado durante o levantamento realizado, e que explica o fato das reclamações serem dirigidas especificamente contra a Giglio, foi o da identificação da empresa. Como apenas a Giglio, das empresas da região, tem identificação nominal em seus veículos, tornou-se claro o porquê das reclamações serem feitas contra ela: é a mais facilmente identificável, principalmente por seus caminhões com logomarca. Não se pode reclamar de uma indústria ou de uma fonte que não se conhece ou não se reconhece.

3) Os descritores do tipo de cheiro percebido foram bastante diversos (queimado, estragado, gordura, esgoto, ranço), mas centrados em palavras como sebo, sabão, osso, carniça, demonstrando pré-concepção do assunto. Restou razoável dúvida a respeito da incomodidade dos odores provenientes do Córrego dos Meninos e de outras indústrias da região que possuem processamentos com a emissão de odores que podem ser associados com "cheiro de gordura", ou "cheiro de coisa queimada".

4) Vale ressaltar que, além das fontes identificadas como fábrica de tintas e vernizes, fábrica de batata-frita, estacionamento de caminhões da empresa Vega Sopave e disposição e queima de lixo a céu aberto nas margens do Córrego Ribeirão dos Meninos, existem outras, nem sempre entendidas pela comunidade como "poluidoras", mas com grande participação no impacto ambiental.

São os grandes blocos de edifícios, as residências, o comércio, as prestações de serviços e as ocupações marginais, que descarregam seus esgotos “in natura” no Ribeirão dos Meninos.” (LICCO, 2002).

Porém, como resultado do abaixo-assinado contra a Giglio, a CETESB paralisou as operações da planta por praticamente seis meses. Durante este tempo, a empresa promoveu uma série de reparos na planta, como selagem de equipamentos e aperfeiçoamento do sistema de controle de poluentes atmosféricos, no intuito de atender às exigências da CETESB.

Em relação à planta da Razzo, a CETESB informou que quando a empresa promoveu a mudança do processo de digestão dos ROA, de batelada para contínuo, houve um acentuado ganho de qualidade na questão de diminuição do odor emitido pela cocção, fato que se pode notar na tabela 5.8 a partir do ano de 1998. Este dado também foi evidenciado no dia da visita a Razzo para levantamento de dados com o gestor da planta. Este ressaltou que a implantação do processo contínuo apresentou uma melhora significativa na diminuição das emissões de odores, facilitando inclusive o tratamento final destes poluentes. Já, as ocorrências de 2004 e 2005 na tabela 5.8 são relativas a odores do setor de recebimento da matéria-prima e do tratamento dos efluentes líquidos, localizado nos fundos do terreno da fábrica. Os reclamantes, em grande maioria, são moradores da favela vizinha à planta situada a menos de 10 metros do tratamento dos efluentes líquidos. Segundo a Razzo, por conta das reclamações, está realizando e implantando projeto de um novo sistema de tratamento dos efluentes líquidos para sanar a situação.

5.5 ADEQUAÇÃO A INSTRUÇÃO NORMATIVA 15

A tabela 5.9 sintetiza um assunto atual para o setor de Coletores e Beneficiadores de Sub-produtos de Origem Animal, que é justamente a adequação das plantas às exigências de

esterilização imputada pela Instrução Normativa nº. 15/2003, do MAPA. As empresas são unânimes em afirmar que os clientes finais das FOA, empresas formuladoras de rações animais, ainda, apresentam restrições quanto ao processo descrito na instrução, pois, a esterilização como é especificada na norma, que deveria ser um item de segurança, acaba por modificar as características físico-químicas das proteínas através de reações térmicas indesejáveis⁶. Há uma frente de trabalho “encabeçada” pelo Sindicato Nacional dos Coletores e Beneficiadores de Sub-Produtos de Origem Animal (SINCOBSP) no intuito de se discutir alternativas viáveis junto ao MAPA para este ponto, ainda, conflitante da instrução normativa⁷.

TABELA 5.9 – ADEQUAÇÃO DAS PLANTAS ÀS EXIGÊNCIAS DA IN15

Empresa	Situação atual
• Giglio	Desenvolveu reator apropriado para atender as exigências de temperatura, pressão e tempo de residência para a esterilização. Porém, não realiza o processo para todos os produtos produzidos, uma vez, que esta prática ainda está em discussão com os clientes finais.
• Razzo	Não realiza a operação de esterilização conforme previsto na IN15, encontrando-se na fase de estudos de adequação ao sistema de produção existente. É importante ressaltar que empresa está discutindo com as autoridades do MAPA a eficiência e viabilidade das exigências de esterilização, conforme se encontram na IN15.

⁶ Vide APÊNDICE D.

⁷ Vide carta do SINCOBESP direcionada ao MAPA no ANEXO B.

6 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo industrial dos processos de RROA praticados nas Graxarias consiste na separação por aquecimento da gordura, borra sólida e água presentes nos ROA, obtendo produtos que podem ser comercializados como o sebo industrial e as FOA. Este processamento é uma atividade de alto potencial poluidor do ar, sendo o odor fugitivo das diversas fases do processo o principal poluente.

Na fundamentação teórica foi apontado que a principal fonte de poluição nos processos praticados pelas Graxarias está localizada na cocção dos ROA. É, portanto, neste ponto que se faz necessário o maior investimento tecnológico para controle das emissões de odores.

A ocorrência de odores em fábricas de RROA não é algo que não possa ser controlado ou mantido em níveis toleráveis, sendo o propósito básico da gestão ambiental neste ramo de indústria a redução de emissões a um nível que não resulte em reclamações da vizinhança. Nesta vertente não se justifica a expulsão dessas plantas para áreas afastadas, uma vez, que tal procedimento acarretaria mais custos e perdas do que benefícios e ganhos. Pois, longe da fiscalização do órgão ambiental e da pressão da vizinhança, para a manutenção de boas práticas de engenharia, a tendência seria uma menor preocupação com o transporte, manuseio e processamento da matéria prima, o que acarretaria em uma perda do desempenho global da empresa, além de maiores emissões de compostos odorantes. As consequências seriam tanto de caráter econômico, quanto ambiental e de qualidade de produto.

Faz-se, portanto, necessário atacar os pontos principais de emissão de odores, assim como implantar um plano de gestão industrial condizente com a realidade deste tipo de planta para torná-la viável com a comunidade circunvizinha. Dentre as possibilidades de controle dos odores estão aquelas centradas na instalação de equipamentos para abate das emissões odorantes (como lavadores, incineradores e outros) e aqueles centrados na mudança da base tecnológica de produção, envolvendo alterações do processo produtivo, do gerenciamento das matérias primas, da capacitação da mão de obra e das operações de manutenção.

6.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS UNIDADES ESTUDADAS

Como se pôde mostrar no capítulo 5 deste trabalho, o processo contínuo é semelhante ao de batelada, diferenciando-se apenas na forma de alimentação e movimentação da matéria prima dentro do digestor, além é claro, da tecnologia envolvida nos controles de produção.

Para um melhor entendimento das diferenças entre as plantas da Giglio e da Razzo foram sintetizadas na tabela 6.1 as principais vantagens de cada processo, e na tabela 6.2 as principais desvantagens.

Nestas duas tabelas, se pode notar que para o foco da emissão de compostos odorantes a produção contínua leva vantagens sobre a produção em batelada pelo menor número de paradas (em cada final de ciclo de um digestor, este é aberto liberando os gases e vapores quentes juntamente com o sebo e a borra sólida) e pela maior facilidade de captação dos gases e vapores de processo.

TABELA 6.1 – VANTAGENS DE CADA PROCESSO

Giglio	Razzo
Flexibilidade para mudanças repentinas de produção, tanto por falta de matéria prima como por flutuações da demanda de produto acabado.	Otimização energética do processo de digestão dos ROA e do espaço da planta.
Facilidade para adequar o processo às mudanças exigidas pela Instrução Normativa nº 15, quanto à esterilização.	Maior controle de produção e qualidade dos produtos finais.
Menor custo de implantação do processo.	Melhor controle sobre pontos de estagnação dentro do digestor, com conseqüente diminuição do superaquecimento dos ROA em processamento.
Menor custo de mão de obra especializada.	Facilidade em captar gases provenientes do processo, pois, a digestão dos ROA e separação da borra sólida da gordura ocorre em vaso fechado.
Pouca geração de efluentes líquidos provenientes dos sistemas de cocção.	Baixo custo operacional para o tratamento de efluentes gasosos.

TABELA 6.2 – DESVANTAGENS DE CADA PROCESSO

Giglio	Razzo
Dificuldade de controle do processo, uma vez, que é a experiência do operador que determina o final da digestão dos ROA.	Dificuldade em mudanças repentinas na produção para atender às demandas de mercado quanto aos produtos finais.
Alto consumo de energia, pois, para cada batelada o digestor realiza ciclos de aquecimento.	Alto custo de investimento em tecnologia, equipamentos de controle de processo e treinamento de mão de obra.
Formação de pontos de estagnação dentro do digestor próximos às paredes encamisadas, dificultando a troca térmica e causando picos de elevação da temperatura. Nestes pontos há queima excessiva dos ROA, com conseqüente formação de compostos odorantes.	Necessidade de manter estoque de segurança de matéria prima.
Maior custo de investimento e operacional no tratamento de efluentes gasosos.	Dificuldade em adaptar o processo às exigências da Instrução Normativa nº 15 quanto à esterilização dos produtos finais.

6.1.1 Temperatura de cocção

Quanto menos se expuser a borra sólida protéica e a gordura a picos de aquecimento, menor será a ocorrência de decomposições térmicas das proteínas⁸ e triglicéridos presentes nos tecidos dos ROA e, conseqüentemente, menor será a emissão de substâncias odorantes.

Comparando-se o processo por batelada com o contínuo, vê-se que o último sendo necessariamente automatizado apresenta maior possibilidade de controle durante cocção, o que propicia a diminuição de pontos de estagnação dentro dos digestores e não permite zonas de superaquecimento, gerando desta forma menor quantidade de substâncias odorantes. No caso do processo por batelada é freqüente o pico de elevação da temperatura dentro da autoclave, próxima às camisas e pás de agitação, com a conseqüente geração de odores, além disso, a velocidade de alimentação dos digestores provoca acumulação de material sem processamento o que pode aumentar o grau de decomposição da matéria prima e a intensidade do odor.

6.1.2 Sistema de Tratamento de compostos odorantes

Analisando os tratamentos dos efluentes atmosféricos empregados na Giglio e na Razzo é possível perceber que na última empresa se realiza um tratamento muito menos sofisticado que na primeira, e com rendimentos reconhecidamente menos eficientes. Contudo,

⁸ Ver APÊNDICE D.

as duas empresas encontram-se atualmente atendendo as exigências legais⁹ quanto ao controle de seus poluentes, perante o órgão ambiental (CETESB).

6.1.3 Reclamação da vizinhança

Em relação à vizinhança, as duas empresas, atualmente, não apresentam reclamações significativas relativas à emissão de odores incomodativos (tabela 5.8). Colaboram para as poucas reclamações da vizinhança o alto desempenho do sistema de tratamento de gases da Giglio (incineração) e a baixa emissão de compostos odorantes do processo contínuo da Razzo.

Somente no tratamento de efluentes líquidos da Razzo ocorre emissão de odores incomodando a população localizada atrás da planta, próxima à estação de tratamento que se apresenta em fase experimental. Este fato é recente, ocorrendo após o ano 2003, pois, antigamente a empresa descartava os seus efluentes diretamente no rio Tietê sem prévio tratamento.

Vale ainda lembrar que as práticas de operação e manutenção das duas empresas desempenham papel importante na preservação dessa situação. Pois, diminuição da temperatura no incinerador da Giglio ou descuidos no processo de tratamento de gases da Razzo levarão a forte reclamação da população vizinha. Este fato ressalta a importância do correto processo de gestão ambiental que deve permear empresas deste ramo.

⁹ Ver artigo 33 do Decreto Estadual nº 8468/76 no ANEXO C.

Como as matérias primas utilizadas nos dois processos – batelada da Giglio e contínuo da Razzo – são praticamente as mesmas (vide tabela 5.3) a indicação de que o tipo de processo interfere na emissão de odores ganha força, reforçando a hipótese central do trabalho que propõe que a melhor troca térmica através do aperfeiçoamento tecnológico do processo deve diminuir a carga de substâncias odorantes na cocção.

Cruzando as informações da tabela 5.2 e 5.8 é possível notar que quando a empresa Razzo modernizou sua fábrica, mudando o processo de batelada para contínuo, o número de reclamações caiu drasticamente de 29, em 1997, para 6, em 1998, sendo os demais anos valores baixos, com exceção de 2004 por conta dos problemas envolvendo o tratamento dos efluentes líquidos, pois, tal reclamação não é separada nos relatórios da CETESB.

Levando-se em consideração os rendimentos teóricos dos sistemas de tratamentos de gases odorantes, o histórico das empresas, os dados de produção e o relatório de reclamações da CETESB, é possível concluir que a mudança do processo de batelada para contínuo é fator preponderante para a diminuição da emissão de substâncias odoríferas e conseqüente controle de tais poluentes, facilitando seu confinamento e tratamento.

6.1.4 Gestão

Outras medidas podem também trazer benefícios quanto ao controle destes odores indesejáveis oriundos das Graxarias. Dentre as medidas se encontram aquelas relacionadas ao gerenciamento industrial, tais como:

- a) processar com o mínimo de demora a matéria prima recebida na planta;

b) controlar as operações de cozimento e prensagem para evitar superaquecimento e queima do material processado;

c) adequar o controle de procedimentos operacionais de partida e parada da planta, garantindo que todos os equipamentos de controle de odores estejam operando adequadamente enquanto qualquer matéria prima estiver sendo processada;

d) controlar de imediato os vazamentos no solo ou para a atmosfera e;

f) programar limpeza diária da planta após cada parada do processo.

Além destes procedimentos as medidas de saneamento também corroboram de maneira significativa para a redução de odores, pois, uma quantidade substancial de odor pode ser gerada dentro da fábrica cujas paredes, teto ou equipamentos estejam contaminados com partículas de gordura, carne ou farinha.

Confinar as pequenas emissões dentro da planta através de equipamentos de captação, para serem tratadas posteriormente, é outra medida de grande impacto no tratamento destes odores indesejáveis. É importante destacar, que o projeto de descarte dos gases tratados, nos sistemas de controle, complementa o processo de redução de impactos por odores. Precauções específicas devem ser tomadas para garantir que o projeto da chaminé levou em conta parâmetros como altura efetiva, temperatura e velocidade de saída dos gases, proximidade de construções e/ou outros obstáculos e direção predominante dos ventos para assegurar uma perfeita dispersão dos efluentes gasosos tratados.

Neste contexto, uma capacitação mínima da mão de obra é de grande relevância para que atue de forma colaborativa e consciente na prevenção de atos que possam gerar situações anormais de produção, com conseqüente liberação de compostos odorantes.

6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O odor gerado pelas graxarias devidamente licenciadas é bem menos incomodativo que o odor que o tecido orgânico animal proporcionaria em estado de putrefação. Contudo, em virtude da quantidade de material manipulado em uma graxaria, é evidente que o odor gerado tem potencial para ser de grande intensidade, e se não adequadamente controlado pode se tornar muito incomodativo na circunvizinhança da unidade industrial.

De forma geral, verificam-se como conclusões do trabalho os seguintes pontos:

- 1) os processos contínuos para produção de sebo e FOA são menos impactantes do ponto de vista de geração de compostos odorantes, pois trabalham em regime que permite a menor exposição da matéria prima a picos de superaquecimento, além de sistemas mais avançados de captação de efluentes gasosos e controle de processo , como se pôde observar no capítulo 5 deste trabalho;
- 2) como a atividade envolve outras fontes significativas de odores, um adequado sistema de gestão ambiental (apontados no item 6.1.4) se faz imprescindível para a sustentabilidade do negócio.

Contudo, é importante ressaltar que a modificação do processo de batelada para contínuo demanda um montante considerável em recursos financeiros. Porém, este custo pode ser minimizado pelo ganho ambiental, operacional e de saúde ocupacional dos operários que trabalham diretamente no processo, além é claro do ganho produtivo e energético (tabela 5.5).

Este estudo deu mais um passo na direção da pesquisa e da divulgação da atividade de RROA. Apesar de sua importância econômica e de saúde pública, a RROA mostra-se ainda pouco discutida pela sociedade científica em geral que praticamente não publica a respeito. É, pois, neste contexto que o autor gostaria de recomendar a realização de novos

estudos e linhas de pesquisa não só do ponto de vista do processo industrial, mas também da saúde pública e da gestão ambiental e empresarial da atividade. Como sugestão para continuação direta deste trabalho, poder-se-ia estudar os seguintes aspectos relacionados ao assunto: 1) os efluentes líquidos provenientes dos processos em questão, analisando suas implicações ao meio ambiente e as melhores tecnologias de tratamento; 2) as implicações e impactos que a IN 15 do MAPA poderiam trazer para setor de RROA; e 3) a relação das Graxarias com a produção de Biodiesel no Brasil, destacando os possíveis benefícios e impactos ao meio ambiente e a cadeia produtiva da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. C.; ANDREOLI, C. V.; IHLENFELD, R. G. K. **A saúde da Terra: problemas e perspectivas**. Curitiba: Nova Didática Ed., 2002. p. 52-66.

AMAYA-FARFAN, J. Contribuição das carnes à nutrição humana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2001. p. VII-XIII.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. 10^a Edição. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. 400p.

_____. **Anuário da Pecuária Brasileira**. 12^a Edição. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2005. p. 5, 10, 11 e 64.

ARIMA, H. K. A carne e a dieta: um dilema atual. **CTC TecnoCarnes**, Campinas, v. XIII, n. 1, p. 1-3, jan-fev. 2003.

BAILEY, D. G. Conservação de peles bovinas com irradiação de feixes de elétrons: influência da temperatura. **Revista do couro**, Estância Velha (RS), nº 99, p. 73-73, maio 1994.

BANIS, R. J. Subprodutos cárneos y su utilización. Parte 5 – Subprodutos farmacéuticos e de diagnóstico. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2^a Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 515-526.

BARRENETXEA, C. O. *et al.* **Contaminación ambiental: una visión desde la Química**. Madrid: Thomson, 2003. p. 325.

BARROS, A. J. da S.; LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de Metodologia: um guia para a iniciação científica**. 2^a Edição Ampliada. São Paulo: Makron Books, 2000. p.91-92.

BATTISTONE, N. H.; DANIELLO, J. A. **A percepção da comunidade sobre os poluentes gerados pelas graxarias**. São Paulo: CETESB, 1985.

BAYER AG. **Curtir, teñir y acabar**. 4^a Edición. Leverkusen: Bayer AG, [198-?]. p. 15.

BELLAVER, C. **Resíduos industriais (farinhas, óleos e sebos), onde colocá-los frente as restrições de mercado?** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES, 4., 2002a, Chapecó. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

_____. **Módulo SAPIA (Adisseo) sobre legislação e diretivas internacionais no setor exportador de carnes e derivados.** In: INTERAÇÃO SISTÊMICA E SINÉRGICA ENTRE OS ATORES – ATUAÇÃO DA EMBRAPA. 2002b, São Paulo. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 31 dez. 2003.

_____. Inter-relações do beneficiamento dos subprodutos do abate com a produção animal, ambiente e economia no Brasil. In: WORKSHOOP SOBRE SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO, 2., 2003, São Paulo. **Memória...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003a, p. 1-7.

_____. **Processamento de sub-produtos de origem animal.** 2003b, Concórdia. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. de M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B.da; GUERRA, A. J. T. (org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2003. p. 28-31.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRASIL. Decreto n. 29.651, de 8 de junho de 1951. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Diário Oficial, Rio de Janeiro, 11 jul. 1951. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo RIISPOA. Diário Oficial, Rio de Janeiro, 7 jul. 1952. Decreto n. 39093, de 30 abr. 1956. Altera o Decreto 30.691/1952. Diário Oficial, 4 de maio 1956. Decreto do conselho de ministros n. 1255, de 25 jun. 1962. Altera o Decreto n. 30.691/1952. Diário Oficial, Rio de Janeiro, 4 de jul. 1962. Decreto n. 66.183, de 5 fev. 1970. Revoga o art. 509 do RIISPOA com redação dada pelo DCM 1255/1952. Diário Oficial, Brasília, 6 fev. 1970. Retificado pelo **Diário Oficial**, Brasília, 17 de fevereiro de 1970. Disponível em: <http://www.engetcno.com.br/legislação/norqual/_riispoa_titulo7.htm>. Acesso em: 3 de jun. 2005.

_____. Instrução de Serviço nº 001/2001/DOI/DIPOA de 8 de janeiro de 2001. Práticas de elaboração em Graxarias. **Diário Oficial**, Brasília/DF, 8 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.engetcno.com.br/>>. Acesso em: 7 de agosto de 2003.

_____. Instrução Normativa n.º 15, de 25 de outubro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.º 211, p. 78-82, 30 out. 2003. Seção 1. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2003.

BURTON, G. R. W.; ENGELKIRK. **Microbiologia para as ciências da saúde**. 5ª ed..Tradução de Eiler Fritsch Toros. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 1998. p. 5, 54, 108 e 275.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. São Paulo: Secretaria da Indústria, comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. 440p.

CRUZ, G. M. da et al. Efeito de peso de abate sobre a qualidade de carcaça e o rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2001. p.92.

DANIELSON, J. A. (ed.). **Air pollution engineering manual**. North Caroline: EPA, 1973. p. 815-829.

DANILOV, M. M. **Handbook of food products: Meat and meat products**. Jerusalém: Israel Program for Scientific Translations, 1969. 173p.

DOMENE, S. M. A. **A contribuição da carne bovina para uma alimentação saudável**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002, Uberaba. Disponível em: <<http://www.sic.org.br/upload/artigos/contribuicaodecarne.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2004.

DORST, J. **Antes que a natureza morra: por uma ecologia política**. Tradução de Rita Buongiorno. São Paulo: Edusp, 1973. p. 227-234.

DUGAN, L. R. Química de los tejidos animales. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2ª Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994a. p. 93.

_____. Subproductos cárnicos y su utilización. Parte 1 – Grasas cárnicas. In: _____. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2ª Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994b. p. 457-478.

EUROPEAN UNION. **Questions and answers on animal by-products**. MEMO/01/234 Brussels, 19 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 31 dez. 2003.

FAPESP (São Paulo). O avanço da boiada. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 88, p. 16-19, jun. 2003.

FENNEMA, O. Chemical changes in food during processing – an over view. In: RICHARDSON, T.; FINLEY, J. W. **Chemical changes in food during processing**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. p. 7-10.

FINLEY, J. W. Environmental effects on protein quality. In: RICHARDSON, T.; FINLEY, J. W. **Chemical changes in food during processing**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. p. 444-456.

FORREST, J. C. et al. **Fundamentos de la ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979, 364p.

FORSYTHE, S. J.; HAYES, P. R. **Food hygiene, microbiology and HACCP**. 3th Ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1998. p. 10-14.

FRANCO, D. A. **Animal disposal – the environmental, animal disease, and public health related implications: an assessment of options**. In: CALIFORNIA DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE SYMPOSIUM, 2002, Sacramento. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em: 31 dez. 2003.

FULLER, H.L.; WILDER, O.H.M. Subproductos cárnicos y su utilización – parte 2 – piensos. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2^a Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p.481-492.

GASI, T. M. T. **Caracterização, reaproveitamento e tratamento de resíduos de frigoríficos, abatedouros e graxarias**. São Paulo: CETESB, 1993. 86p.

GIORGI, W.; OHASHI, K; ARAUJO; W. P. Farinha de carne e farinha de peixe como fonte de salmonelas para animais. **Arq. Inst. Biolog.**, São Paulo. v. 38, n. 2, p.59-62, 1971.

GODISH, T. **Air quality**. 4th Edition. Boca Raton: Lewis Publishers, 2004. p. 211-213.

GOOGLE EARTH, 2005. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 31 de outubro de 2005.

GRECO, A. A liga dos neurônios. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 94, p. 38-41, dez. 2003.

GROSFILS, A. D. Study and Sanitation of odour nuisance. In: VIGNERON, S.; HERMIA, J.; CHAOUKI, J. **Characterization and control of odours and VOC in the process industries**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 143-144.

GUNSTONE, F. D.; NORRIS, F. A. **Lipids in foods – Chemistry, Biochemistry and Tecnology**. Pergamon Press, 1983. p. 105-107.

HEDRICK, H. B. *et al.* **Principles of Meat Science**. 3rd edition. Dubuque: Kendall/Hunt, 1994. 354p.

IWAMIZU, J.; CASANOVA, A. J. X.; CARVALHO, R. B. de. **Importância da localização e controle dos empreendimentos que processam resíduos animais**. São Paulo: CETESB, 1983. 11p.

KLOETZEL, K. **Higiene física e do ambiente**. São Paulo: Edusp, 1974. p. 27.

LAWRIE, R. A. **Meat science**. 5th ed. Oxford: Pergamon, 1991. 293p.

LICCO, E. A. **A questão de graxarias em áreas densamente urbanizadas**. Relatório de Consultoria. Não publicado. São Paulo, 2002.

LORA, E. E. S. **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energéticos, Industrial e de Transporte**. 2 ed., Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2002. 481p.

MELLO, P. C. “Reis da carne” tornam Brasil exportador n.º 1. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 26 out. 2003. Economia, Caderno B, p. 9.

MERKEL, R. A. Química de los tejidos animales: Parte 4 – Compuestos inorgánicos. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2ª Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 111-112.

MILLER, T. L. Controlling rendering plant odors. In: NOLL, K. E.; DAVIS, W. T.; DUNCAN, J. R. (ed.). **Air pollution control and industrial energy production**. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, 1975. p. 247-267.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela Editora e Livraria, 1998. p. 29-37.

MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química Orgânica**. 8^a ed. Tradução de M. Alves da Silva. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1986. p. 1346.

NAGHSKI, J.; FEAIRHELLER, S.H. Subproductos cárnicos y su utilización: pieles y cueros. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2^a Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 495.

OCKERMAN, H. W.; HANSEN, C. L. **Industrialización de subproductos de origen animal**. Tradução de Francisco León Crespo. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 387p.

OLIVEIRA, M. J. M. *et al.* **Nota Técnica sobre tecnologia de controle: Graxarias – recuperação de resíduos animais**. NT 20. São Paulo: CETESB, 1990. 34p.

PAES, V. A. D. da R. Visão da indústria no beneficiamento dos subprodutos animais. In: WORKSHOOP SOBRE SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO, 2., 2003, São Paulo. **Memória...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003, p. 41-46.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, 1993. v. 1, 586p.

_____. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 1^a ed. (1^a reimpressão). Goiânia: Editora da UFG, 1996. v. 2, p.988-1106.

PEARL, G. G. ¿Cómo se transmite la BSE? **The Bulletin**, Buckinghamshire, UK, n.826, p. 1-2, abr-jun. 2000. Disponível em: <http://www.animalprotein.org/Espanol/news_articles_esp/bse_how_transmitted.htm>. Acesso em: 31 out. 2003.

PEARL, G. G. Rendering 101: raw material, rendering process, and animal by-products. **Render**, Camino, CA, USA, p. 30-39, ago. 2004.

PHELPS, A. H. Odors. In: STERN, A. C. **Air Pollution**. New York: Academic Press, 1976. p. 309-314.

PHILLIPSON, J. **Ecologia energética**. Tradução de José Galizia Tundisi. 2^a ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1977. p. 83.

PICCHI, V.; FELÍCIO, P. E. de. Farinha de carne e ossos – Processos de obtenção e rendimentos industriais. **Boletim Técnico do Centro de Tecnologia a Carne**, Campinas, n. 4, p. 45-60, jun. 1979.

PITOMBO, L. H. Novas ações contra a vaca louca. **DBO**, São Paulo, n. 278, p. 108-109, dez. 2003.

PITTA, I. Novos aterros de lixo enfrentam obstáculos. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 4 ago. 2003. Cidades, Caderno C, p. 1.

PRÄNDL, O. *et al.* A obtención de la carne. In: Prändl, O; Fisher, A; Schmidhofer, T; Sinell, H. J. **Tecnología e higiene de la carne**. Tradução de Escobar, Torres-Quevedo e Cambero. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 853p.

PROKOP, W. H. Food an agricultural industry. In: BUONICORE, A. J.; DAVIS, W. T. **Air pollution engineering manual**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992a. p.554-570.

_____. Odors. In: BUONICORE, A. J.; DAVIS, W. T. **Air pollution engineering manual**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992b. p. 148.

RENDERERS. **Description of a continuous rendering system**. Disponível em: <http://www.renderers.org/continuous_rendering_system/index.htm>. Acesso em: 3 ago. 2004.

RETHMANN, K. Renderers: The original recyclers. **The Bulletin**, Buckinghamshire, UK, n.836, p. 6, out-dez. 2003. Disponível em: <<http://www.renderers.org/bulletin/index.htm>>. Acesso em: 3 ago. 2004.

RIBOLI, E. Carne e câncer – um estudo do EPIC. **CTC TecnoCarnes**, Campinas, v. XII, n. 6, p.4-5, nov-dez. 2002.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Tradução de Cecília Bueno, Pedro P. de Lima-e-Silva e Patrícia Mousinho. 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 473.

RIEDEL, G. **Controle Sanitário dos Alimentos**. São Paulo: Edições Loyola, 1987. p.179-189.

ROMAY, C. C. Utilización de subproductos de la industria cárnica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2001. p.270-280.

ROSS, R. D. Pollution waste control. In: Lund, H. F. (editor). **Industrial pollution control handbook**. New York: McGraw-Hill, 1971. p.14.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO), Lei n. 13430, de 13 de setembro de 2002. **Diário Oficial do Município**, São Paulo, capital, 14 de setembro de 2002. Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negócios_juridicos/cadlem/>. Acesso em 7 de agosto de 2003.

SÃO PAULO (ESTADO). **Legislação estadual: controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 2003. p. 139-204.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering**. 4th ed.. New York: McGraw-Hill, 1994. 658p.

SCARLATO, F. C.; PONTIN, J. A. **Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação**. 15^a ed. São Paulo: Atual, 1992. p.54-60.

SCHWEIGERT, B. S. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y los productos cárnicos. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (ed.). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Juan Luis de la Fuente. 2^a Edición. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 249-275.

SELL, N. J. **Industrial pollution control: issues and techniques**. 2nd Ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 303-312.

SETH, C. Odor problem solved: Thanks to a biofiltration system. **Render**, Camino, CA, USA, p. 10-11 e 21, jun. 2005.

SINCOBESP. **Alteração da IN 15-2003 e IN 29-2004**. Sincobesp, 2004. Disponível em: <<http://www.sincobesp.com.br>>. Acesso em 23 de nov. 2005.

SOBRAL, H. R. **O meio ambiente e a cidade de São Paulo**. São Paulo: Makron Books, 1996. 80p.

SUGUISAWA, L. et al. Composição física da carcaça de bovinos no modelo biológico do superprecoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2001. p.96.

TAYLOR, D. M. Transmissible degenerative encephalopathies: inactivation of the unconventional causal agents. In: RUSSEL, A. D.; HUGO, W. B.; AYLIFFE, G. A. J. **Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization**. 3th ed. Cambridge: Blackwell Science Ltd., 1999. p. 222-232.

TEIXEIRA, B. A. N.; ZANIN, M.. Reciclagem e reutilização de embalagens. In: BIDONE, F.R.A. (coord.). **Metodologia e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos urbanos**. Rio de Janeiro: Associação de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 1999. p. 25-30.

TEUTEBERG, H. J.; FLANDRIN, J. L. Transformações do consumo alimentar. In: FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. (Dir.). **História da alimentação**. Tradução de Luciano Vieira Machado e Guilherme J.F. Teixeira. São Paulo: Estação Liberdade, 1998. p 716-719.

THE BSE INQUIRY. Industry process and controls: manufacturing process of rendering. **The BSE Inquiry: The Report**. UK, 2000. Disponível em: <<http://www.bseinquiry.gov.uk/report/volume13/chapterj.htm>>. Acesso em 19 de abril de 2005.

TORRE, G. L.; GARCÍA, B. M. C. **Manual de bioquímica de la carne**. Madrid: Madrid Vicente, 1991. 171p.

USEPA. Meat Rendering Plants. In: _____. **Emission factor documentation for AP-42 section 9.5.3**, EPA contract n. 68-D2-0159, Midwest Reserch Institute, Kansas City, MO, set. 1995. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 10 de mar. 2003.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos: tecnologia, química y microbiología**. Tradução de Isabel Jaime Moreno. Zaragoza: Acribia, 1998. p. 1-71.

VIEIRA, L. F.; RENESTO, O. V. **O mercado varejista de carne bovina e a perspectiva de inovações tecnológicas.** Campinas: ITAL, 1977. 33p.

WARNER, P. O. **Análisis de los contaminantes del aire.** Tradução de E. Cadenas. Madrid: Paraninfo, 1981. p. 336-338.

WARK, K.; WARNER, C. F. **Air pollution its origin and control.** New York: Harper & Row Publishers, 1976. p. 465-483.

ZILLER, S. *et al.* **Grasas y aceites alimentarios.** Tradução de Juan Luis de la Fuente. Zaragoza: Acribia, 1996. p.2.

APÊNDICE A: GORDURAS E SEBOS

As gorduras estão entre os subprodutos de origem animal de maior vulto, tanto, que acabam por dar o nome de Graxarias ao setor, ou indústria, que processa os produtos não comestíveis do abate ou do consumo da carne.

É importante ressaltar, que não se devem utilizar subprodutos provenientes de animais suspeitos de doenças infecto-contagiosa como fonte de produtos gordurosos, sendo necessariamente destinados à incineração, como prevê o item 2.5 da Instrução de Serviço 001/2001/DOI/DIPOA, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2001).

Os produtos gordurosos não comestíveis podem ser definidos segundo o RIISPOA, em seu artigo 307, como sendo “*todos aqueles obtidos pela fusão de partes de tecidos não empregados na alimentação humana, bem como de carcaças, partes de carcaça, órgãos e vísceras, que forem rejeitados pela Inspeção Federal*”. O artigo 308 denomina graxa branca os produtos gordurosos não comestíveis de sebos suínos (BRASIL, 1970).

DUGAN (1994b) esclarece que independente da sua origem, as gorduras são chamadas de sebo quando possuem título igual ou superior a 40°C. Como título pode-se entender a temperatura de solidificação dos ácidos graxos presentes na gordura (FORREST *et al.*, 1979).

O processo de fusão para a obtenção do sebo, ou gordura, não visa à modificação do título, porém, o título varia com a origem da gordura. Para gorduras oriundas de suínos têm-se título de 36-40°C, para bovinos de 42-45°C, e ovinos de 44-48°C. A presença de tutano – gordura interna dos ossos – também pode afetar o título (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

A qualidade da gordura, tanto comestível quanto não comestível, pode ser auferida pelo seu título; ácidos graxos livres; cor FAC – *Fat Analysis Committee of American Oil Chemists Society* – ou cor Lovibond; umidade e matéria insaponificável. PARDI *et al.* (1996) destacam, na tabela A.1, as características típicas de um sebo industrial destinado à produção de sabões.

TABELA A.1 – CARCTERÍSTICA DE UM SEBO INDUSTRIAL

CARCTERÍSTICAS	VALORES
• Características gerais	Gordura de aspecto, cor e odores característicos, não devendo apresentar materiais estranhos.
• Constantes químicas	
▪ Umidade	1 % máximo
▪ Impurezas (insolúveis em hexano)	0,3 % máximo
▪ Insaponificáveis	1 % máximo
▪ Título	42 a 46 °C
▪ Índice de iodo	35 a 45
▪ Glicerol total	10,5 % mínimo
▪ Ácidos graxos totais	95,6 % mínimo
▪ Acidez livre 1ª qualidade	3,5 % máximo
▪ Acidez livre 2ª qualidade	3,6 a 6,5 %
▪ Acidez livre 3ª qualidade	6,6 a 10 %
• Constantes Físicas	
▪ Cor Levibond 1ª qualidade	Amarelo – 12,0 máximo Vermelho – 1,3 máximo
▪ Cor Levibond 2ª qualidade	Amarelo – 13,0 a 18,0 Vermelho – 1,4 a 1,8
▪ Cor Levibond 3ª qualidade	Amarelo – acima de 18,0 Vermelho – acima de 1,8

Fonte: PARDI *et al.* (1996).

É hábito nas grandes indústrias que processam as gorduras não comestíveis a separação de produtos gordurosos em material “mole” e “duro”. Os materiais “moles” são os despojos que não contêm ossos. Os “duros” são constituídos de material com ossos (PARDI *et al.*, 1996).

Além dos vários tipos de sebos e gorduras encontrados, tem-se um em particular o chamado óleo de mocotó. Este óleo é definido pelo RIISPOA, em seu artigo 335, como sendo o “*subproduto extraído das extremidades ósseas dos membros dos bovinos depois de retirados os cascos, após cozimento em tanques abertos ou em autoclaves sob pressão, separados por decantação e posteriormente filtrado ou centrifugado em condições*”

adequadas” (BRASIL, 1970). O óleo de mocotó deve ser considerado como gordura não comestível, a menos que derive de patas bovinas liberadas pela inspeção veterinária.

Os sebos e as gorduras são empregados não apenas nas indústrias de sabões e produtos cosméticos, mas também na fabricação de lubrificantes, rações animais e outros. Nos Estados Unidos a utilização de produtos gordurosos nas rações animais, principalmente para aves, suínos e cães, vem progredindo substancialmente, uma vez, que a utilização de detergentes sintéticos vem substituindo os sabões de ácidos graxos. As gorduras além de possuírem valor energético, tornam a ração mais palatável e favorecem o processo de “peletização” (PARDI *et al.*, 1996).

APÊNDICE B: FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL

A torta sólida, que resulta depois de se retirar o sebo por fusão, é rica em Nitrogênio, Fósforo e Cálcio. Por este motivo no início do século XX destinava-se a fertilizante, como adubo natural (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

A utilização de subprodutos animais como fertilizantes restringiu-se praticamente a segmentos muito especiais de jardinaria, o que pouco representava em valores e quantidades para o segmento de suplementos agrícolas (FORREST *et al.*, 1979).

A pressão pelo incremento da demanda de alimento, por conta do crescimento populacional, provocou um aproveitamento mais racional dos subprodutos do abate animal, seja através do consumo direto pelo homem ou pelo uso como suplementos em rações animais. Neste sentido, OCKERMAN e HANSEN (1994) afirmam que a utilização da torta protéica na alimentação animal gerou um maior valor econômico criando novas perspectivas de aproveitamento deste subproduto. ROMAY (2001) ressalta que, atualmente, são práticas comuns à utilização de farinhas de carnes, ossos, sangue e penas para a alimentação animal.

O RIISPOA, em seu artigo 317, define alimento para animais como “*todo e qualquer subproduto industrial usado na alimentação de animais, tais como: 1 – farinha de carne; 2 – farinha de sangue; 3 – sangue em pó; 4 – farinha de ossos crus; 5 – farinha de ossos autoclavados; 6 – farinha de ossos degelatinizados; 7 – farinha de fígado; 8 – farinha de pulmão; 9 – farinha de carne e ossos e; 10 – rações preparadas*”. (BRASIL, 1970).

Industrialmente prevalece a produção de farinha de carne e ossos. Em 1987, no Brasil, foram produzidas 37.442 toneladas de farinha de carne, enquanto produziram-se 232.406 toneladas de farinha de carne e ossos (PARDI *et al.*, 1996).

A farinha de carne e ossos é definida, segundo o RIISPOA em seu artigo 322D como *“o subproduto seco e triturado, obtido pelo cozimento a seco de recortes em geral, aparas, resíduos de limpeza decorrentes das operações nas diversas seções; ligamentos, mucosas, fetos e placentas, orelhas e pontas de cauda; órgãos não comestíveis ou órgãos e carnes rejeitados pela Inspeção Federal, além de ossos diversos”* (BRASIL, 1970).

As demais FOA encontram-se definidas pelo RIISPOA, entre os artigos 318 e 324, e podem ser observadas no ANEXO A. Os principais valores de suas composições químicas estão compilados na tabela B.1, para efeito de comparação. Já, a tabela B.2 compila a composição química média das farinhas de carne e ossos, segundo vários autores.

TABELA B.1 – COMPOSIÇÃO TÍPICA DAS FARINHAS SEGUNDO RIISPOA

COMPO-NENTE	FARINHA DE							
	CARNE	SANGUE	OSSOS CRUS	OSSOS AUTOCLAVADOS	OSSOS DEGELATINIZADOS	FÍGADO	PULMÃO	CARNE E OSSOS
• Proteína	65% min	80% min	20% min	25% max	10% max	65% min	65% min	40% min
• Umidade	10% max	10% max				10% max	10% max	10% max
• Gordura	10% max				5% max		10% max	10% max
• Fosfatos			40% min		65% min			
• Cinzas				55% min				

Fonte: BRASIL, 1970.

OBS.: É proibido segundo o RIISPOA a mistura de pêlos, cerdas, cascos, chifres, sangue, fezes e conteúdo estomacal à matéria prima destinada ao preparo de farinhas.

Os resíduos secos, desengordurados e com alto teor protéico utilizados para a fabricação das FOA, podem apresentar composição variável, dependendo das matérias primas e das técnicas de elaboração empregadas, sendo designado cada produto segundo sua origem. Nos Estados Unidos quando os resíduos contêm mais de 4,4% de fósforo devem ser designados como “farinha com ossos”, ou “farinha de carne com ossos”, ou ainda, “farinha de carne e ossos” (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

TABELA B.2 – COMPOSIÇÃO MÉDIA DA FARINHA DE CARNE E OSSOS, SEGUNDO VÁRIOS AUTORES

COMPONENTE	SUTER (1984)	VALLE (1975)	PRICE e SCHWEIGERT (1976)	NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1977)
• Proteína total	50% min	50-55%	51,1%	50,4%
• Umidade	4-10%	10% max	4,4%	7%
• Gordura	8-11%	8-11%	11,8%	7%
• Fósforo	4-5,5%	3-4,3%	5%	5%
• Cálcio	8-11%	2 vezes o nível de fósforo	10%	10,1%
• Cloreto de Sódio	1% max	Sr	Sr	Sr
• Digestibilidade na pepsina	87% da proteína total	86% min	91,8%	91,8%
• Cinzas	Sr	não mais que 6,5 vezes o nível de fósforo	28,4%	Sr
• Lisina disponível	3,6% min da proteína total	Sr	2,5%	2,6%
• Resíduo malha de 2mm	5% max	Sr	Sr	Sr
• Penas e pelos sem degradar	2% max	Sr	Sr	Sr

Fonte: SUTER (1984) *apud* OCKERMAN e HANSEN (1994); VALLE (1975) *apud* PARDI *et al.* (1996); PRICE e SCHWEIGERT (1976) *apud* PICCHI e FELÍCIO (1979); NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1977) *apud* FULLER e WILDER (1994).

Obs.: Sr = sem referência.

Para FULLER e WILDER (1994), os rendimentos das FOA dependem de muitos fatores, tais, como tamanho ou peso vivo do animal, nível de gordura e o processo de desossa e descarte das carcaças.

As farinhas de subprodutos de aves são muito similares às de carne vermelha, inclusive em composição química, aparência e valor nutritivo. As de peixes podem variar em composição, dependendo do tipo de pescado, sendo que normalmente contêm um elevado valor protéico de alta qualidade, em torno de 60% (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Na tabela B.3 pode-se observar o rendimento médio de obtenção das farinhas de carne e ossos, de sangue e de penas de subprodutos de diversos animais de abate. Os valores encontram-se estimados em kg de farinha por 1000 kg de peso animal vivo.

TABELA B.3 – RENDIMENTO MÉDIO ESTIMADO, EM kg/1000 kg DE PESO VIVO

TIPO DE ANIMAL	FARINHA DE CARNE E OSSOS	SANGUE DESIDRATADO	FARINHA DE PENAS
• Bovino adulto	27	7	-
• Novilho	15	3	-
• Ovelha	20	6	-
• Porco	10	5	-
• Aves: frango Broiler	46	6	40
• Aves de caça	43	7	54
• Peru	42	8	40

Fonte: FULLER e WILDER (1994)

PICCHI e FELÍCIO (1979) trabalhando com 2.932 bovinos azebuados, com massa corporal média de 232 kg de carcaça quente, obtiveram os valores de rendimento expressos na tabela B.4. Os autores do trabalho esclarecem que a diferença entre a matéria-prima (146.489kg) e a matéria cozida (47.735kg) deve-se à desidratação e à separação do sebo durante o cozimento. A diferença entre matéria cozida e a farinha obtida (31.285kg) deve-se unicamente ao sebo separado na prensagem.

TABELA B.4 – RENDIMENTO EM MATÉRIA-PRIMA, MATÉRIA COZIDA E FARINHA DE CARNE E OSSOS

ITEM	MATÉRIA-PRIMA Kg	POR CARCAÇA	
		Kg	%
• Cabeça	26.299	8,97	3,87
• Couro	15.550	5,30	2,28
• Bucharía e triparia	44.330	15,12	6,52
• Mocotó	15.027	5,13	2,21
• Abate	45.283	15,44	6,66
▪ Matéria-prima (totais)	146.489	49,96	21,54
▪ Matéria cozida	47.735	16,28	7,02
▪ Farinha de carne e ossos	31.285	10,67	4,60

Fonte: PICCHI e FELÍCIO (1979).

Contudo, segundo alerta ROMAY (2001), devido ao risco de contaminação por Encefalopatia Espongiforme Bovina¹⁰ (EEB) a União Européia proibiu a utilização de FOA na alimentação de qualquer animal destinado ao consumo humano.

¹⁰ Ver APÊNDICE C.

A autora aponta, ainda, que entre as alternativas possíveis para se garantir a utilização das FOA estariam a hidrólise das proteínas até tamanhos moleculares inferiores ao do príon. Porém, no momento esta alternativa esbarra em questões técnicas e econômicas.

APÊNDICE C: ENCEFALOPATIAS

As Encefalopatias são grupos de infecções bem estabelecidas que incluem a *scrapie*¹¹ de ovelhas e cabras; a enfermidade de desgaste crônico de mulas, cervos e alces; a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB); o Kuru; a enfermidade de Creutzfeld-Jacob e a síndrome de Gerstmann-Straussler no Homem; entre outras (VARNAM e SUTHERLAND, 1998).

Estas doenças estão relacionadas a um agente chamado príon (partícula infecciosa proteonácea) que converte por transformações isoméricas moléculas protéicas saudáveis em moléculas nocivas ao tecido do sistema nervoso (FORSYTHE e HAYES, 1998). Os príons são menores que um vírus, com pelo menos uma proteína, mas nenhum ácido nucléico (BURTON e ENGELKIRK, 1998). As doenças causadas pelos príons são chamadas de encefalopatias espongiformes, por causarem lesões no cérebro na forma de buracos dando a este a aparência de esponjas. A ação dos príons no organismo animal e humano é lenta, dificultando sua identificação que só é possível ser realizado após a morte do infectado. No caso de bovinos a incubação pode levar de 2 a 5 anos de idade, tempo em que a doença vai agindo no tecido do sistema nervoso sem apresentar sintomas (FORSYTHE e HAYES, 1998).

A epidemia de EEB iniciou-se em 1986 no Reino Unido (PEARL, 2000), sendo conhecida como doença da vaca louca, e está relacionada ao consumo de FOA contaminada por ruminantes, processo descrito por muitos como canibalismo (ROMAY, 2001).

A EEB é causada pelo mesmo agente responsável pela *scrapie*, acreditando-se, portanto, que ocorreu um cruzamento da barreira das espécies, provavelmente pela utilização de tecido nervoso contaminado na ração bovina (VARNAM e SUTHERLAND, 1998).

Há indícios importantes que o consumo carnes contaminadas com a EEB pelo homem possa levá-lo a uma doença parecida, conhecida como uma variante da enfermidade de Creutzfeld-Jacob. Por conta deste fato relevante, e devido ao longo período de incubação da doença, atualmente é proibido o uso de FOA para qualquer tipo de suplemento animal na Europa (ROMAY, 2001).

Segundo PITTOMBO (2003), técnicos brasileiros do MAPA participam de um projeto continental organizado pela FAO, órgão das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, visando o fortalecimento da vigilância das encefalopatias espongiformes transmissíveis e a qualidade de rações para bovinos, no intuito de evitar o aparecimento e disseminação da EEB no território nacional.

No Brasil os usos de FOA para rações são permitidos desde que não sejam destinadas a animais ruminantes, sendo regulamentados pela Instrução Normativa nº 15 do MAPA (BRASIL, 2003).

¹¹ *Scrapie* é uma doença degenerativa do sistema nervoso que ataca ovelhas e cabras, sendo conhecida desde o século XVIII.

APÊNDICE D: A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NAS PROTEÍNAS

A temperatura pode causar vários rearranjos nas estruturas das proteínas, além de propiciar reações indesejáveis. O aquecimento das proteínas em meio aquoso na presença de grupos carbonilas¹² ativo favorece a reação de Maillard. Esta reação causa efeitos sensoriais adversos como odor indesejável pela formação de tiocompostos, além de diminuir o valor nutritivo das proteínas (FENNEMA, 1985).

Através do aquecimento moderado as proteínas sofrem alterações em suas estruturas terciárias levando a perda significativa da solubilidade. Contudo, o aquecimento severo conduz a alterações importantes nos aminoácidos mais sensíveis como a Lisina, que pela formação de ligações isopeptídicas altera a digestibilidade, e a Cisteína, que a 115°C se converte a sulfeto de dimetila e outros compostos. Temperaturas entre 180° e 300°C resultam em reações de destruição completa dos aminoácidos das proteínas causando odores característicos. Este fato se deve às quebras das ligações dissulfídicas intramoleculares (que são responsáveis pela estabilidade das proteínas) e formação das ligações dissulfídicas intermoleculares, que posteriormente também quebram formando sulfeto de hidrogênio (FINLEY, 1985).

A tabela D.1 indica as principais ocorrências nas proteínas quando submetidas sozinhas à algumas faixas de temperaturas.

¹² Grupo funcional das cetonas: $\begin{array}{c} \text{-- C = O} \\ | \end{array}$

TABELA D.1 – INFLUÊNCIA DO CALOR NAS PROTEÍNAS

Temperatura	Mudanças ou degradações
• 70-80°C	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura das ligações dissulfídicas. • Abertura das estruturas helicoidais das proteínas. • Precipitação das proteínas mais sensíveis.
• 80-100°C	<ul style="list-style-type: none"> • Maior abertura das estruturas helicoidais das proteínas. • Maior perda das ligações dissulfídicas.
• 100-150°C	<ul style="list-style-type: none"> • Decomposição da Lisina. • Perda da Serina e Treonina. • Formação de ligações isopeptídicas.
• 200-250°C	<ul style="list-style-type: none"> • Pirólise de todos os aminoácidos.
• > 300°C	<ul style="list-style-type: none"> • Formação por pirólise de produtos carcinogênicos.

Fonte: FINLEY, 1985.

ANEXO A: RIISPOA - TÍTULO VII, CAPÍTULO V, SEÇÃO IV

Art. 316 - Entende-se por "subproduto não comestível" todo e qualquer resíduo devidamente elaborado, que se enquadre nas denominações e especificações deste Regulamento.

Parágrafo único - Permitem-se denominações de fantasia mediante declaração nos rótulos, dos componentes de produto, qualitativa e quantitativamente.

Art. 317 - Entende-se por "alimento para animais" todo e qualquer subproduto industrial usado na alimentação de animais, tais como:

- 1- farinha de carne;
- 2- farinha de sangue;
- 3- sangue em pó;
- 4- farinha de ossos crus;
- 5- farinha de ossos autoclavados;
- 6- farinha de osso degelatinizados;
- 7- farinha de fígado;
- 8- farinha de pulmão;
- 9- farinha de carne e ossos;
- 10- rações preparadas.

Art. 318 - Entende-se por "farinha de carne" o subproduto obtido pelo cozimento em digestores a seco de restos de carne de todas as seções, de recortes e aparas diversas que não se prestem a outro aproveitamento, bem como de carcaças, partes de carcaça e órgãos rejeitados pela Inspeção Federal, a seguir desengordurado por prensagem ou centrifugação e finalmente triturado.

§1º - O subproduto de que trata este artigo deve conter no mínimo 65% (sessenta e cinco por cento) de proteína; no máximo 10% (dez por cento) de umidade e no máximo 10% (dez por cento) de gordura.

§2º - É proibida a mistura de pêlos, cerdas, cascos, chifres, sangue, fezes e conteúdo estomacal à matéria-prima destinada ao preparo de farinha de carne.

Art. 319 - Entende-se por "farinha de sangue" o subproduto industrial obtido pelo cozimento a seco do sangue dos animais de açougue, submetido ou não a uma previa prensagem ou centrifugação e posteriormente triturado.

Parágrafo único - A farinha de sangue deve conter no mínimo 80% (oitenta por cento) de proteína e no máximo 10% (dez por cento) de umidade.

Art. 320 - Entende-se por "sangue em pó" o subproduto industrial obtido pela desidratação do sangue por processos especiais.

§ 1º - Permite-se, quando necessário, a adição de anticoagulantes, mediante aprovação prévia pelo D.I.P.O.A .

§ 2º - O subproduto referido no presente artigo deve conter no mínimo 85% (oitenta e cinco por cento) de proteína e no máximo 8% (oito por cento) de umidade.

Art. 321 - Entende-se por "farinha de ossos crus" o subproduto seco e triturado, resultante do cozimento na água, em tanques abertos, de ossos inteiros após a remoção de gordura e do excesso de outros tecidos.

Parágrafo único - A "farinha de ossos crus" deve conter no mínimo 20% (vinte por cento) de proteínas e 40% (quarenta por cento) de proteína e 40% (quarenta por cento) de fosfatos.

Art. 322 - Entende-se por "farinha de ossos autoclavados" o subproduto obtido pelo cozimento de ossos em vapor sob pressão, secado e triturado.

Parágrafo único - O subproduto de que trata este artigo deve conter no máximo 25% (vinte e cinco por cento) de proteínas e no mínimo 55% (cincoenta e cinco por cento), de cinzas.

Art. 322-A - Entende-se por "farinha de ossos degelatinizados" o subproduto seco e triturado, obtido pelo cozimento de ossos, após a remoção de gordura e outros tecidos, em vapor sob pressão, resultante do processamento para obtenção de cola ou gelatina.

Parágrafo único - A farinha de ossos degelatinizados deve conter no máximo 10% (dez por cento) de proteína e 5% (cinco por cento) de gordura e no mínimo 65% (sessenta e cinco por cento) de fosfato de cálcio.

Art. 322-B - Entende-se por "farinha de fígado" o subproduto seco e triturado, obtido pelo cozimento a seco de fígados, rins, pulmões, baços e corações, previamente desengordurados.

Parágrafo único - O subproduto de que trata este artigo deve conter no mínimo 65% (sessenta e cinco por cento) de proteínas e no máximo 10% (dez por cento) de umidade.

Art. 322-C - Entende-se por "farinha de pulmão" o subproduto seco e triturado, obtido pelo cozimento a seco de pulmões.

Parágrafo único - O subproduto de que trata este artigo deve conter no mínimo 65% (sessenta e cinco por cento) de proteína, no máximo 10% (dez por cento) de umidade e 10% (dez por cento) de gordura.

Art. 322-D - Entende-se por "farinha de carne e ossos" o subproduto seco e triturado, obtido pelo cozimento a seco de recortes em geral, aparas, resíduos e limpeza decorrentes das operações nas diversas seções; ligamentos mucosas, fetos e placentas, orelhas e pontas de cauda; órgãos não comestíveis ou órgãos e carnes rejeitados pela Inspeção Federal, além de ossos diversos.

§ 1º - A farinha de carne e ossos deve conter no mínimo 40% (quarenta por cento) de proteína, no máximo 10% (dez por cento) de umidade, no máximo 10% (dez por cento) de gordura.

§ 2º - É proibida a mistura de pêlos, cerdas, cascos, chifres, sangue, fezes e conteúdo estomacal à matéria-prima destinada ao preparo da farinha de carne e ossos.

Art. 323 - Considera-se "ração preparada" toda e qualquer mistura em proporções adequadas de produtos diversos destinados à alimentação de animais que tenha também em sua composição subprodutos designados neste Regulamento como "alimento para animais".

Parágrafo único - A juízo do D.I.P.O.A., poderá ser permitido o aproveitamento de outras matérias-primas (vísceras, cerdas, penas, conteúdo do estômago) na elaboração de suprodutos destinados a rações preparadas.

Art. 324 - Quando a composição do "alimento para animais" não se enquadar nas especificações ou fórmulas aprovadas, permite-se sua correção pela mistura com outras partida e após homogeneização perfeita.

Art. 325 - Entende-se por "adubo" todo e qualquer subproduto que se preste como fertilizante, depois de cozido, secado e triturado.

Parágrafo único - Estes subprodutos devem ser sempre submetidos a uma temperatura mínima de 115 a 125°C (cento e quinze a cento e vinte cinco graus centígrados), pelo menos por uma hora, quando elaborados por aquecimento a vapor e a uma temperatura mínima de 105°C (cento e cinco graus centígrados), pelo menos por quatro horas, quando pelo tratamento a seco.

Art. 326 - Suprimido pelo Decreto 1.255/62

Art. 327 - Entende-se por "adubo de sangue com superfosfato" o subproduto resultante do aproveitamento do sangue, integral ou não, por adição de superfosfato em quantidade conveniente.

Parágrafo único - Este subproduto deve ter declarada no rótulo sua composição qualitativa e quantitativa.

Art. 328 - Entende-se por "cinza de ossos" o subproduto resultante da queima de ossos em recipiente aberto, devidamente triturados, deve conter, no mínimo 15% (quinze por cento) de fósforo.

Art. 329 - Permite-se o aproveitamento de matéria fecal oriunda da limpeza dos currais e dos veículos de transporte, desde que o estabelecimento disponha de instalações adequadas para esse aproveitamento.

Parágrafo único - Em tal caso o conteúdo do aparelho digestivo dos animais abatidos deve receber o mesmo tratamento.

Art. 330 - Entende-se por "tancage" o resíduo de cozimento de matérias-primas em autoclaves sob pressão, seco e triturado.

Art. 331 - Entende-se por "crackling" o resíduo das matérias-primas trabalhadas em digestores a seco, antes de sua passagem pelo moinho.

Art. 332 - Entende por "água residual do cozimento" a parte líquida obtida pelo tratamento de matérias-primas em autoclaves sob pressão.

§ 1º - Permite-se seu aproveitamento depois de escoimado da gordura, evaporado e concentrado, secado ou não como matéria-prima a ser incorporada a alimento para animais ou para fins industriais.

§ 2º - Este produto, quando seco, deve conter no máximo 3% (três por cento) de gordura, no máximo 10% (dez por cento) de umidade e no mínimo 75% (setenta e cinco por cento) de proteína.

Art. 333 - Suprimido pelo Decreto 1.255/62

Art. 334 - Permite-se a adição de conservadores à bile depois de filtrada quando o estabelecimento não tenha interesse de concentrá-la.

§ 1º - Entende-se por "bile concentrada" o suproduto resultante da evaporação parcial da bile fresca.

§ 2º - A bile concentrada deve conter no máximo 25% (vinte e cinco por cento) de umidade e no mínimo 40% (quarenta por cento) de ácidos biliares totais.

Art. 335 - Entende-se por "óleo de mocotó" o subproduto extraído das extremidades ósseas dos membros de bovinos depois de retirados os cascos, após cozimento em tanques abertos ou em autoclaves sob pressão, separado por decantação e posteriormente filtrado ou centrifugado em condições adequadas.

Parágrafo único - O óleo de mocotó deve satisfazer às seguintes características:

- 1 - cor amarelo-claro ou amarelo-âmbar;
- 2 - menos de 1% (um por cento) entre impurezas e umidade;
- 3 - acidez em s.n. % de 5 ml (cinco mililitros) no máximo;
- 4 - ausência de ranço;
- 5 - ligeira turvação;

6 - não conter substâncias estranhas, outros óleos animais ou óleos vegetais.

Art. 336 - As cerdas, crinas e pêlos, serão lavados em água corrente, submetidos a tratamento em água quente e a seguir devidamente secados.

Art. 337 - Entende-se por "chifre" a camada córnea dos chifres dos bovinos.

§ 1º - Os chifres devem ser deslocados de sua base de inserção depois de previamente mergulhados em água quente pelo tempo necessário (em média trinta minutos a setenta graus centígrados), para melhor facilidade de sua retirada.

§ 2º - Os chifres devem ser mantidos em depósitos não muito quentes, secos e bem ventilados.

§ 3º - A base de inserção da camada córnea, será designada "sabugo de chifre".

§ 4º - Os sabugos de chifre constituem matéria-prima para fabrico de cola e de outros produtos.

Art. 338 - Entende-se por "casco" a camada córnea que recobre a extremidade dos membros.

Parágrafo único - Os chifres e cascos depois de dessecados pelo calor e triturados constituem a "farinha de chifres" ou a "farinha de cascos" ou ainda a "farinha de chifres e cascos" quando misturados.

Art. 339 - Os "tendões e vergas", tão prontamente quanto possível, devem ser submetidos á congelação, dessecados ou convenientemente tratados por água de cal ou ainda por processo aprovado pelo D.I.P.O.A .

Art. 340 - Suprimido pelo Decreto 1.255/62

(BRASIL, 1970).

ANEXO B: CARTA DA SINCOBESP PARA O MAPA



SINCOBESP

Sindicato Nacional Dos Coletores e Beneficiadores De Sub Produtos De Origem Animal

Ilmo. Sr. Nelmon Oliveira da Costa

Digníssimo Diretor do DIPOA / SDA / MAPA

Assunto: Alteração da IN 15-2003 e IN 29 – 2004

Prezado Sr. Diretor

Retornamos a sua presença, no sentido de buscarmos uma solução alternativa para a implementação da IN15 - 2003 deste Ministério, prorrogada pela IN 29 – 2004, que entrou em vigor em outubro último.

Entretanto o que foi prorrogado foi apenas o prazo para a implementação da parte relativa esterilização, com vencimento previsto para abril próximo, sendo que este prazo dificilmente poderá ser cumprido devido às ponderações abaixo descritas:

1 – Nota-se em todo o setor, que engloba cerca de 200 empresas, empregando diretamente aproximadamente 15.000 pessoas, (apesar do momento por que passa este segmento, com uma queda substancial no seu faturamento, em função da grande oferta de produtos ocasionada pelo grande crescimento da indústria da carne), um desejo de atender todas as normas e procedimentos, bem como as orientações emanadas deste Ministério, principalmente às citadas portarias;

2 – É objetivo deste Sindicato, criado exatamente para dar suporte a este segmento junto ao Ministério e em conjunto com ele, estabelecer uma conduta profissional e de qualidade na produção, principalmente das farinhas animais, que vai no final criar um selo de qualidade, tendo para isso, já feito uma parceria com a SGS do Brasil Ltda, empresa de renome internacional para elaboração de Regulamento e Certificação;

3 – Cabe também lembrar que o setor, funciona de forma bastante eficaz, com um reciclador dos resíduos animais, em todo o Brasil, contribuindo de maneira efetiva com os aspectos ambientais, que a deposição pura e simples em aterros sanitários, causaria danos ao Meio Ambiente.

Desta forma solicitamos

A – Quanto às BPF's, que seja orientado aos fiscais do Ministério que elaborem junto com a empresa fiscalizada, um cronograma VIÁVEL, para o atendimento dos itens identificados como de NÃO CONFORMIDADE, de acordo com a capacidade e situação de cada empresa, assumindo estas o compromisso formal de cumprimento do mesmo.

B – Quanto à esterilização, necessitamos de uma dilação do prazo, de forma que o segmento como um todo, possa atender ao disposto na IN 15 – 2003 e IN29 2004, considerando os aspectos relacionados a seguir:

- O mercado fornecedor dos equipamentos para a esterilização, não tem como entregar os equipamentos nos prazos da IN29-2004.
- Os valores envolvidos na aquisição destes equipamentos, demandam linhas de financiamentos específicas e especiais e estamos aguardando que o Banco do Brasil e ou o Ministério da Agricultura possam disponibilizá-las ao setor.
- O espaço físico para a instalação do esterilizador e sua adequação ao processo produtivo, não foi definido pela indústria fornecedora dos mesmos.
- A situação atual do mercado, conforme explicado acima é crítica.
- Parte do mercado consumidor das farinhas, cerca de 20 a 30% não consumirá a farinha se a mesma for esterilizada, tendo em vista perda de propriedades fundamentais ao seu uso, o que significa perda de grande volume de vendas.
- Analisar a possibilidade de se alterar a IN 15-2003 e IN29-2004 no sentido de se permitir a produção farinha de dois tipos: ESTERILIZADA e NÃO ESTERILIZADA;
- Realizar através de órgão de reconhecida capacidade e idoneidade (p ex. UNICAMP), análise no produto esterilizado e não esterilizado, de forma a se comprovar a eficácia da esterilização, com fator de extinção do risco da BSE.

Na certeza de sua atenção, com nossa gratidão antecipada, colocamo-nos à sua inteira disposição.

Atenciosamente,

Gustavo Razzo Neto

Presidente

(SINCOBESP, 2004)¹³.

¹³ Retirado na íntegra do site oficial da Sincobesp: <<http://www.sincobesp.com.br>>.

ANEXO C: DECRETO ESTADUAL Nº 8.468/76 (SÃO PAULO),

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

Dos Padrões

Seção I

Dos Padrões de Qualidade

Artigo 29 - Ficam estabelecidos para todo o território do Estado de São Paulo os seguintes Padrões de Qualidade do Ar:

I - para partículas em suspensão:

- a) 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico ou valor inferior - concentração média geométrica anual; ou
- b) 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas consecutivas, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano;

II - para dióxido de enxofre:

- a) 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico ou valor inferior - concentração média aritmética anual; ou
- b) 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico ou valor inferior - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas consecutivas não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano;

III - para monóxido de carbono:

- a) 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior - concentração da máxima média de 8 (oito) horas consecutivas, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano; ou
- b) 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior - concentração da máxima média de 1 (uma) hora não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano;

IV - para oxidantes fotoquímicos: 160 (cento e sessenta) microgramas por metro cúbico, ou valor inferior - concentração da máxima média de 1 (uma) hora, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano.

§ 1º - Todas as medidas devem ser corrigidas para a temperatura de 25°C (vinte e cinco graus Celsius) e pressão de 760mm (setecentos e sessenta milímetros) de mercúrio.

§ 2º - Para a determinação de concentrações das diferentes formas de matéria, objetivando compará-las com os padrões de qualidade do ar, deverão ser utilizados os métodos de análises e amostragem definidos neste regulamento ou normas dele decorrentes, bem como Estações Medidoras localizadas adequadamente, de acordo com critérios da CETESB.

§ 3º - A frequência de amostragem deverá ser efetuada no mínimo por um período de 24 (vinte e quatro) horas a cada 6 (seis) dias, para dióxido de enxofre e partículas em suspensão, e continuamente para monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos.

§ 4º - Os Padrões de Qualidade do AR, para outras formas de matéria, serão fixados por decreto.

Artigo 30 - Para os fins do § 2º do artigo anterior, ficam estabelecidos os seguintes métodos:

I - para partículas em suspensão: Método de Amostrador de Grande Volumes, ou equivalente, conforme Anexo I deste regulamento;

II - para dióxido de enxofre: Método de Pararosanilina ou equivalente, conforme Anexo 2 deste regulamento;

III - para monóxido de carbono: Métodos de Absorção de Radiação Infravermelho não Dispersivo, ou equivalente, conforme Anexo 3 deste regulamento;

IV - para oxidantes fotoquímicos (como Ozona): Método da Luminescência Química, ou equivalente, conforme Anexo 4 deste regulamento.

Parágrafo único - Consideram-se Métodos Equivalentes todos os Métodos de Amostragem de Análise que testados pela CETESB, forneçam respostas equivalentes aos Métodos de referência especificados nos Anexos deste regulamento, no que abrange às características de confiabilidade, especificidade, precisão exatidão, sensibilidade tempo de resposta, desvio de zero, desvio de calibração, e de outras características consideráveis ou convenientes, a critério da CETESB.

Seção II Dos Padrões de Emissão

Artigo 31 - Fica proibida a emissão de fumaça, por parte de fontes estacionárias, com densidade colorimétrica superior ao padrão I da Escala do Ringelmann, salvo por:

I - um único período de 15 (quinze) minutos por dia, para operação de aquecimento de fornalha;

II - um período de 3 (três) minutos, consecutivos ou não, em qualquer tese de 1 (uma) hora.

Parágrafo único - A emissão de fumaça com densidade superior ao padrão estabelecido neste artigo não poderá ultrapassar 15 (quinze) minutos em qualquer período de 1 (uma) hora.

Artigo 32 - Nenhum veículo automotor a óleo diesel poderá circular ou operar no território do Estado de São Paulo, emitindo, pelo cano de descarga fumaça com densidade colorimétrica superior ao padrão nº 2 da escala de Ringelmann, ou equivalente, por mais de 5 (cinco) segundos consecutivos, exceto para partida a frio.

§ 1º - A especificação do método de medida a que se refere este artigo, será fixada através de norma a ser baixada pela CETESB.

§ 2º - Caberá aos órgãos estaduais de fiscalização de trânsito, com orientação técnica da CETESB, zelar pela observância do disposto neste artigo.

Artigo 33 - Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo único - A constatação da percepção de que se trata este artigo será efetuada por técnicos credenciados da CETESB.

Artigo 33-A - Fica proibido a emissão de poluentes pelas fontes poluidoras existentes em 9 de setembro de 1976, instaladas nos municípios da RCQA 1, em quantidades superiores aos padrões de emissão constantes no Anexo 6.

§ 1º - A CETESB poderá, a seu critério, exigir que as fontes de poluição referidas no “caput” deste artigo controlem suas emissões, utilizando a melhor tecnologia prática disponível ou se transfiram para outro local, quando situada em desconformidade com as normas municipais de zoneamento urbano ou com uso do solo circunvizinho.

§ 2º - Os padrões de emissão constantes no anexo 6 vigorarão pelo período mínimo de 10 (dez) anos, para fontes de poluição que adotarem as medidas de controle necessárias para atendê-los.

Seção III Dos Padrões de Condicionamento e Projeto para Fontes Estacionárias

Artigo 34 - O lançamento de efluentes provenientes da queima de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos deverá ser realizado através de chaminé.

Artigo 35 - Toda fonte de poluição do ar deverá ser provida de sistema de ventilação local exaustora e o lançamento de efluentes na atmosfera somente poderá ser realizado através de chaminé, salvo quando especificado diversamente neste regulamento ou em normas dele decorrentes.

Parágrafo único - As operações, processos ou funcionamento dos equipamentos de britagem, moagem, transporte, manipulação, carga e descarga de material fragmentado ou particulado, poderão ser dispensados das exigências referidas neste artigo, desde que realizados a úmido, mediante processo de umidificação permanente.

Artigo 36 - O armazenamento de material fragmentado ou particulado deverá ser feito em silos adequadamente vedados, ou em outro sistema de controle de poluição do ar de eficiência igual ou superior, de molde a impedir o arraste, pela ação dos ventos, do respectivo material.

Artigo 37 - Em áreas cujo uso preponderante for residencial ou comercial, ficará a critério da CETESB especificar o tipo de combustível a ser utilizado por novos equipamentos ou dispositivos de combustão.

Parágrafo único - Incluem-se nas disposições deste artigo os fornos de panificação e de restaurantes e caldeiras para qualquer finalidade.

Artigo 38 - As substâncias odoríferas resultantes das fontes a seguir enumeradas deverão ser incineradas em pós-queimadores, operando a uma temperatura mínima de 750°C (setecentos e cinquenta graus Celsius), em tempo de residência mínima de 0,5 (cinco décimos) segundos, ou por outro sistema de controle de poluentes, de eficiência igual ou superior:

I - torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju e cevada;

II - autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria animal;

III - estufas de secagem ou cura para peças pintadas, envernizadas ou litografadas;

IV - oxidação de asfalto;

V - defumação de carnes ou similares;

VI - fontes de sulfeto de hidrogênio e mercaptanas;

VII - regeneração de borracha.

§ 1º - Quando as fontes enumeradas nos incisos deste artigo se localizarem em áreas cujo uso preponderante for residencial ou comercial, o pós-queimador deverá utilizar gás como combustível auxiliar. Em outras áreas, ficará a critério da CETESB a definição do combustível.

§ 2º - Para efeito de fiscalização, o pós-queimador deverá estar provido de indicador de temperatura na câmara de combustão, em local de fácil visualização.

Artigo 39 - As emissões provenientes de incineradores de resíduos sépticos e cirúrgicos hospitalares deverão ser oxidadas em pós-queimador que utilize combustível gasoso operando a uma temperatura mínima de 850°C (oitocentos e cinquenta graus Celsius) e em tempo de residência mínima de 0,8 (oito décimos) segundos, ou por outro sistema de controle de poluentes de eficiência igual ou superior.

Parágrafo único - Para fins de fiscalização, o pós-queimador a que se refere este artigo deverá conter marcador de temperatura na câmara de combustão, em local de fácil visualização.

Artigo 40 - As operações de cobertura de superfícies realizadas por aspersão, tais como pintura ou aplicação de verniz a revólver, deverão realizar-se em compartimento próprio, provido de sistema de ventilação local exaustora e de equipamento eficiente para a retenção de material particulado.

Artigo 41 - As fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para cada caso.

Parágrafo único - A adoção da tecnologia preconizada neste artigo, será feita pela análise e aprovação da CETESB de plano de controle apresentado por meio do responsável pela fonte de poluição, que especificará as medidas a serem adotadas e a redução almejada para a emissão.

Artigo 42 - Fontes novas de poluição de ar, que pretendam instalar-se ou funcionar, quanto à localização serão:

I - obrigadas a comprovar que as emissões provenientes da instalação ou funcionamento não acarretarão, para a Região ou Sub-Região tida como saturada, aumento nos níveis dos poluentes que as caracterizem como tal;

II - proibidas de instalar-se ou de funcionar quando, a critério da CETESB, houver o risco potencial a que alude o inciso V do artigo 3º deste Regulamento, ainda que as emissões provenientes de seu processamento estejam enquadrados nos incisos I, II, III e IV do mesmo artigo.

§ 1º - Para configuração do risco mencionado no inciso II, levar-se-á em conta a natureza da fonte, bem como as construções, edificações ou propriedades, passíveis de sofrer os efeitos previstos no inciso V do artigo 39.

§ 2º - Ficarà a cargo do proprietário da nova fonte comprovar, sempre que a CETESB o exigir, o cumprimento do requisito previsto no inciso I.

(SÃO PAULO (ESTADO), 2003).