

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Disciplina: SEMINÁRIOS APLICADOS

**TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES DE
MATADOUROS E ABATEDOUROS**

Janaina Costa Feistel
Orientador (a): Cíntia Silva Minafra e Rezende

GOIÂNIA
2011

JANAINA COSTA FEISTEL

TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS E EFLUENTES DE
MATADOUROS E ABATEDOUROS

Seminário apresentado junto à
Disciplina Seminários Aplicados do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia
da Universidade Federal de Goiás.

Nível: Mestrado

Área de concentração:

Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa:

Controle de qualidade de alimentos

Orientador (a):

Prof (a). Dr (a). Cíntia Silva Minafra e Rezende - UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Albenones José Mesquita - UFG

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau - UFG

GOIÂNIA

2011

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Características do setor cárneo e descrição dos processos produtivos	7
2.2 Aspectos e impactos ambientais	11
2.3 Características dos resíduos da agroindústria de carnes	12
2.4 Tratamento de resíduos.....	19
2.5 Destinação de resíduos.....	25
2.6 Aproveitamento de subprodutos/ resíduos de origem animal.....	27
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

As indústrias estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar desempenho ambiental correto, que seja coerente com a política adotada pela empresa e seus objetivos ambientais, por meio do controle dos impactos sobre o meio ambiente de suas atividades, produtos e serviços. Agem assim dentro do contexto da legislação cada vez mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas, e outras medidas visando adotar a proteção ao meio ambiente, e da crescente preocupação das partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável (NBR ISO 14001, 2004).

Desde o início do Século XX, o tema meio ambiente se tornou uma das maiores preocupações dos cidadãos e essencial na política governamental seja em países industrializados ou não (LAYRARGUES, 2000).

Apesar de já ter sido tratada no passado como uma questão ideológica de grupos ecologistas, as exigências relacionadas à preservação ambiental assume uma importância crescente para as empresas, consequência do aumento do poder de pressão do consumidor, cada vez mais interessadas nas questões ambientais. As empresas potencialmente poluidoras demonstram preocupação com sua imagem, de maneira que procuram adaptar-se aos novos conceitos, diminuindo seu potencial poluidor.

A competitividade exige das empresas adequação a esta tendência ambiental, o que propicia o surgimento de indústrias de produtos e serviços ambientais, as chamadas "indústrias verdes", que têm suas atividades especializadas e direcionadas à criação e desenvolvimento de programas, serviços e equipamentos anti-poluidores visando diminuir ou eliminar a poluição (JÖHR, 1994).

Com o surgimento do consumidor verde, na década de 80, as pessoas e órgãos não-governamentais passaram a pressionar os governos para que eles regulamentassem condutas relativas ao meio ambiente (VALVERDE, 2008). Durante muito tempo os órgãos responsáveis se ocupavam apenas em fiscalizar o atendimento dos padrões ambientais estabelecidos. Por sua vez, as empresas potencialmente poluidoras preocupavam-se unicamente em atender à legislação ambiental. À medida que os problemas ambientais ficaram mais evidentes e a

idéia de qualidade total no setor produtivo ganhou consistência, percebeu-se que o controle de impactos ambientais só seria efetivo por meio de um Sistema de Gestão Ambiental (SEGANFREDO, 2007). Este sistema inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental (SOARES et al., 2000).

As leis de proteção ambiental tutelam a fauna, flora e a água como os principais bens naturais. Grande importância tem sido dada à proteção das águas, pelo fato de ser um bem essencial à preservação da vida humana (VALVERDE, 2008). Relata-se que a constatação da finitude dos recursos naturais, despertou a consciência de que esses não têm capacidade ilimitada de absorção e atenuação de impactos, devendo, nesse caso, serem revistas as práticas poluidoras, de forma a assegurar a qualidade desses bens (SAITO, 2001).

Aplicando estas informações às agroindústrias, a utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas desistemas de resfriamento e geradores de vapor; utilizada diretamente nas etapas do processo industrial; esgotos sanitários, entre outros. Exceto pelo volume incorporado aos produtos pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos (VON SPERLING, 2005)

Grande parte dos estabelecimentos, via de regra, lançam as águas residuais diretamente em cursos d'água que, se forem volumosos e perenes, são capazes de diluir a carga recebida sem maiores prejuízos. Porém, o que frequentemente acontece é que os rios são de pequeno porte e o efluente dos matadouros é tão volumoso que torna as águas receptoras impróprias à vida aquática e a qualquer tipo de abastecimento, agrícola, comercial, industrial ou recreativo. Nesses casos, os efluentes dos matadouros podem ser classificados, como agentes de poluição das águas, em ameaça à saúde pública.

Segundo ROCCA et al., (1993) , o tratamento inadequado dos resíduos industriais contribui ao agravamento dos problemas ambientais, pelo não aproveitamento dos produtos lançados em rios. Deve-se ressaltar que, mesmo com funcionamento satisfatório das caixas de retenção, o efluente contém alguma

quantidade de sangue, gordura, sólidos do conteúdo intestinal dos animais, fragmentos de tecidos entre outros resíduos.

Por estas informações, é preciso minimizar os resíduos por meio de práticas economicamente vantajosas, às quais oferecem possibilidade do controle ambiental (BRILHANTE& CALDAS, 1999).

Assim sendo, o resíduo representa problema, econômico para a empresa e ambiental para a sociedade e, pelo exposto, objetivou-se com esta revisão abordar o tema, envolvendo principalmente as formas de tratamento mais utilizadas na agroindústria de carnes, bem como a destinação dos resíduos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do setor cárneo e descrição dos processos produtivos

O setor cárneo nacional, após alto investimento nos elos da cadeia produtiva, sofreu acelerada expansão na criação e conseqüentemente no aumento do despejo de resíduos provenientes das indústrias de processamento de carne (PACHECO,2008).

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos comerciais do mundo sendo um dos países líderes nas exportações mundiais de carne, correspondendo a 33% deste comércio (ANUALPEC, 2010). Em relação à suinocultura (ABIPECS, 2011) e à avicultura (UBABEF, 2011),o país também é reconhecido como um dos principais produtores e exportadores da carne.

Este segmento agroindustrial compreende setores distintos: o produtivo e o de abate. As empresas que normalmente atuam no abate de animais, são os abatedouros e os matadouros-frigoríficos (que podem ser divididos em dois tipos: os que abatem os animais e separam sua carne, suas vísceras e as industrializam, gerando seus derivados e subprodutos; e aqueles que não abatem os animais, compram a carne em carcaças ou cortes e vísceras, dos matadouros ou de outros frigoríficos para seu processamento e geração de seus derivados e subprodutos, ou seja, somente industrializam a carne) (BRASIL, 1952).

De forma geral, os principais processos, que ocorrem em matadouro-frigorífico de diferentes espécies estão caracterizados nas Figuras 1, 2 e 3, conforme as descrições de PACHECO (2008); em que são mostradas as principais etapas de abate de bovinos, suínos, e de acordo com HÜBNER (2001) que mostra os processos para abate de aves com os respectivos pontos de geração de efluentes dessas. Ainda, é válido abordar que em muitos frigoríficos ocorre o processamento e transformação da carne e também das vísceras em outros produtos (corte de carne, charques, presuntos), agregando valores.

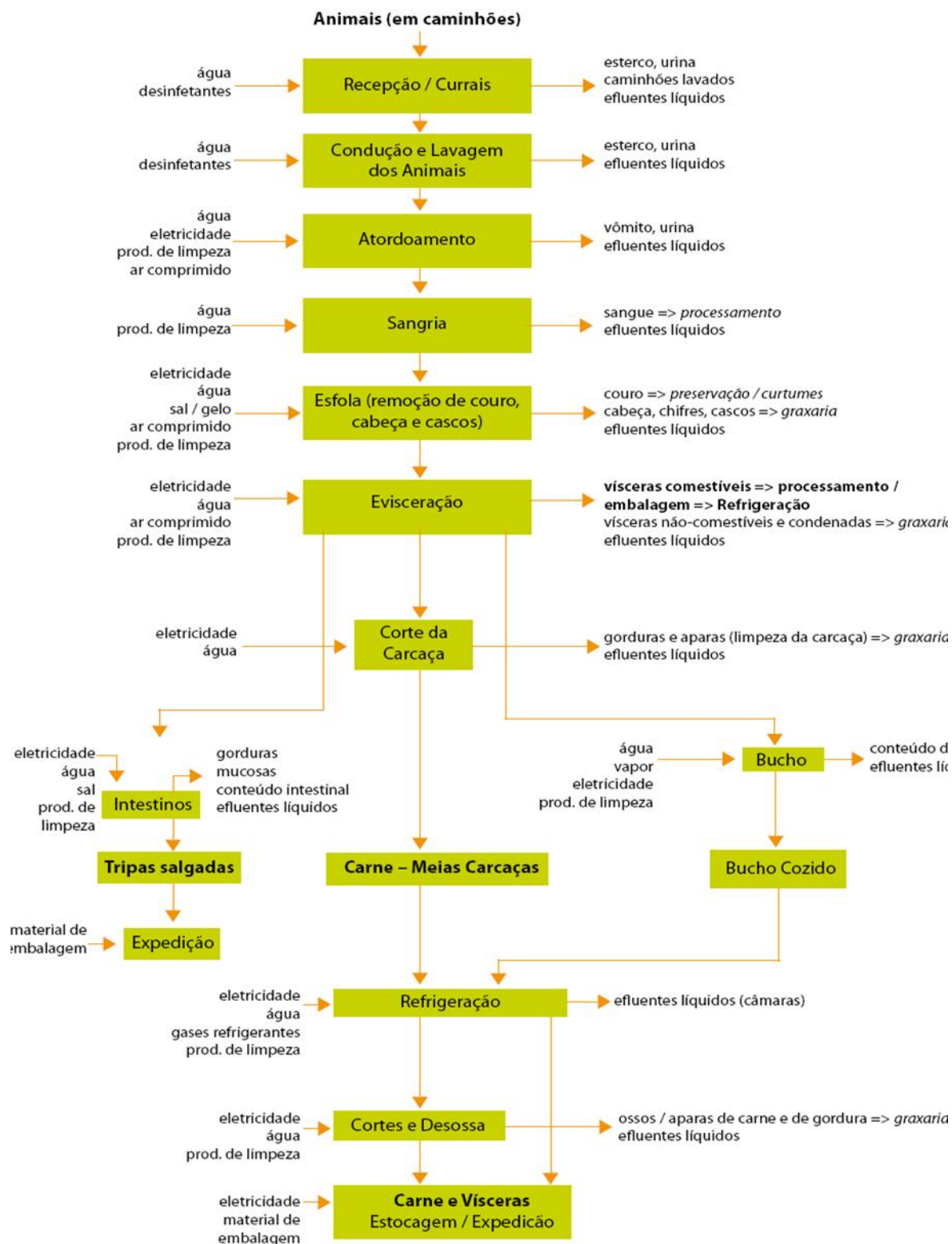


Figura 1: Fluxograma básico do abate de bovinos e geração de efluentes
 Fonte: PACHECO, 2008

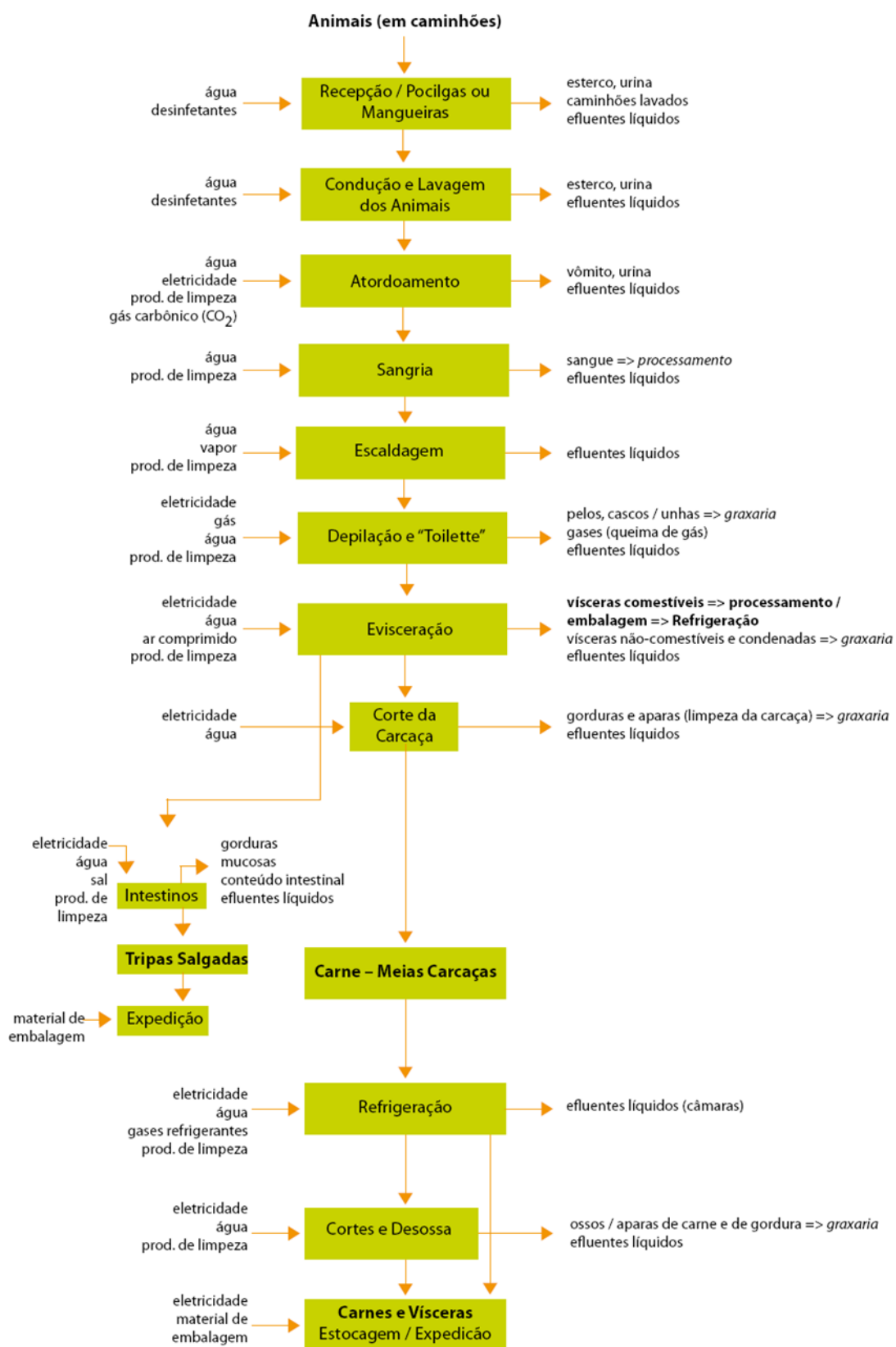


FIGURA 2: Fluxograma básico do abate de suínos e geração de efluentes
 FONTE: PACHECO, 2008

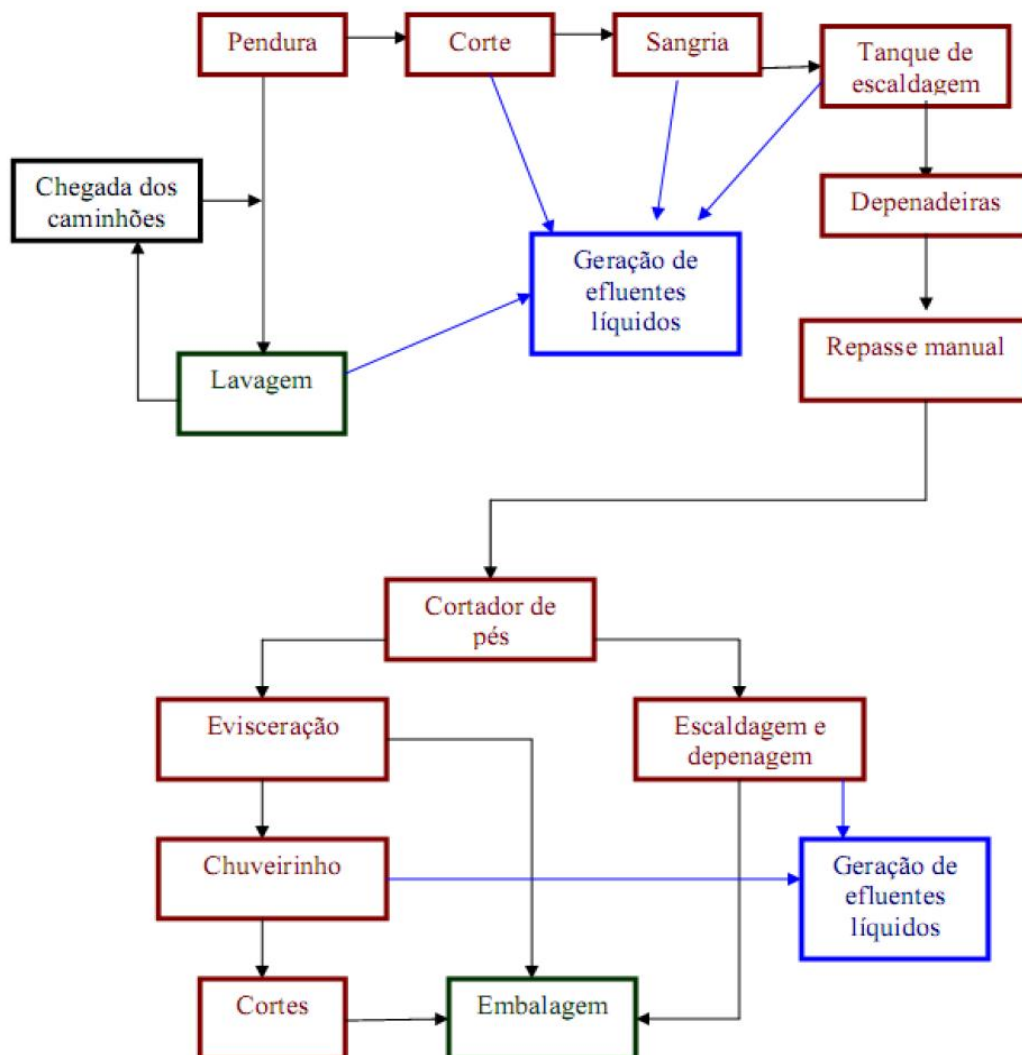


FIGURA 3: Etapas do processo industrial de abate de aves e geração de efluentes. FONTE: HÜBNER, 2001.

Analisando as Figuras, 1, 2 e 3 é possível verificar que como consequências das operações de abate para obtenção de carne e derivados originam-se vários subprodutos e/ou resíduos que devem passar por operação específica. A finalidade do processamento e/ou da destinação dos resíduos ou dos subprodutos do abate ocorre em função das características locais ou regionais. O sangue, por exemplo, pode ser vendido para processamento, visando à separação e uso, ou comercialização de seus componentes (plasma, albumina, fibrina), mas também pode ser enviado para graxarias, para produção

de farinha de sangue, usada normalmente na preparação de rações animais (BRASIL, 1952).

Conforme exposto por SUNADA (2011), os resíduos gerados apresentam a capacidade de agregação de valor pela geração de biogás, biofertilizantes e compostos ricos em nutrientes que podem ser usados como fertilizantes agropecuários.

Paralelamente ao desenvolvimento acelerado do setor cárneo houve uma maior produção de efluentes oriundos do processamento da carne. Esses efluentes são altamente poluentes, pois apresentam elevado conteúdo de matéria orgânica e carga microbiológica, que se dispostos de maneira inadequada no meio ambiente podem levar a sérios problemas ambientais. De qualquer forma, processamentos e destinações adequadas devem ser dados a todos os subprodutos e resíduos do abate, em atendimento às leis e normas vigentes, sanitárias e ambientais (PARDI et al., 2006).

2.2 Aspectos e impactos ambientais

VALVERDE (2008) mencionou que qualquer atividade econômica produtora de bens e serviços, de algumamaneira, gera efluentes e resíduos que afeta positiva e/ou negativamente o meioambiente. Considera que no segmento do agronegócio que abate animais para consumo, esse fato motiva estudos, visando equilibrar o balanço econômico da atividade frigorífica comos aspectos legais, ambientais e sociais.

De fato, na atualidade, o paradigma ambiental é o da prevenção àpoluição, com o enfoque de tratamento e depuração sendo paulatinamente substituído pela abordagem de minimização da geração dos resíduos, segundo o autor supramencionado (VALVERDE, 2008).

Segundo as definições da Norma Brasileira (NBR) ISO 14001 (ABNT, 1996), aspecto ambiental é o “elemento das atividades, produtos e/ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente” e impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”. Assim, aspectos

ambientais são constituídos pelos agentes geradores ou causadores das interações e alterações do meio ambiente, como emissões atmosféricas, resíduos, efluentes líquidos, consumo de matérias primas, energia, água, entre outros.

A resolução Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 001 de 1986, considera-se como impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: “a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos naturais” (BRASIL, 1986).

Conforme a NBR ISO 14001 (ABNT, 1996), a cada aspecto ambiental pode estar relacionado um ou mais impactos ambientais – exemplo: efluente líquido caracterizado como aspecto ambiental causa a desoxigenação de corpo d’água e odor que como visto são impactos ambientais.

Assim como em várias indústrias do setor alimentício, os principais aspectos e impactos ambientais do segmento produtor e beneficiador de carnes e derivados, conforme discutido anteriormente, estão ligados a alto consumo de água, à geração de efluentes líquidos com alta carga poluidora, principalmente orgânica e geração de resíduos sólidos (PACHECO, 2008).

2.3 Características dos resíduos da agroindústria de carnes

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004 (ABNT, 1987 b), são denominados resíduos sólidos os resultantes de atividades industriais, doméstica, agrícola entre outros, incluindo os lodos das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE’s), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, os quais não podem ser lançados nos esgotos públicos, nem no ambiente.

As agroindústrias geram os mais variados resíduos que podem ser tratados por processos biológicos, visando à reciclagem energética e preservação do meio ambiente (COSTA et al., 2005). Matadouros, abatedouros e frigoríficos se

enquadram como agroindústrias, cujos resíduos encontrados são vísceras de animais abatidos, fragmentos cárneos, sangue, conteúdo intestinal, pêlos, ossos, penas, gorduras e águas residuais, sendo todos passíveis de tratamento biológico. Do ponto de vista econômico e ambiental muito destes produtos residuais poderiam ser transformados em subprodutos úteis para consumo humano, alimento de animais, indústria de rações ou fertilizantes (PACHECO, 2008).

Nestes estabelecimentos, os resíduos são frequentemente muito volumosos e representam sério problema devido ao alto valor de matéria orgânica. A maioria destes resíduos é altamente putrescível e pode, por exemplo, causar odores se não removidos adequadamente para graxarias. O odor desagradável pode se disseminar pela vizinhança ou repercutir na própria indústria (PARDI et al., 2006).

GENEROSO, em 2001, ponderou que independente da origem, todo resíduo poderá ter seu descarte minimizado, mediante a análise abrangente de suas características, do potencial e das consequências do uso, pois se corretamente manejado pode subsidiar a produção de alimentos, melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e apresentar excelente potencial para reciclagem energética (GENEROSO, 2001).

De modo geral, segundo PARDI et al. (2006), as fontes e os resíduos das indústrias de carne podem ser agrupados, conforme o Quadro 1.

QUADRO 1: Fontes e resíduos decorridos do abate de bovinos, suínos e aves

FONTES	RESÍDUOS DESPEJADOS
Curral	Esterco
Sala de abate	Sangue, resíduos de carne e gordura
Depilação, Depenagem	Pêlos, penas e materiais terrosos
Tripária, Bucharía	Conteúdo de estômagos, intestinos, gordura (líquidos com grande quantidade de sólidos)
Preparo de carcaças	Resíduos de carne, gordura e sangue
Fusão de gordura	Líquidos ricos em gordura
Subprodutos	Gorduras e resíduos não comestíveis

Fonte adaptada: PARDI et al., 2006

Segundo VALLE (2004) o resíduo é composto por sólidos e por efluentes líquidos denominados de águas residuais e ainda pela emissão atmosférica.

Estes resíduos se lançados diretamente no ambiente, acarretam graves problemas de poluição, impondo prejuízos à flora e à fauna. No Kuwait, YAQOUT (2003) ressaltou a importância dos estudos direcionados aos mais diferentes tipos de resíduos, industriais ou domésticos. Ponderou que há necessidade de se considerar o envolvimento do governo e aplicação de práticas que sejam eficazes para países, entendendo para tanto as particularidades de cada um quanto ao clima e extensão territorial. No entanto, afirmou que a disposição indiscriminada dos efluentes e sua diversidade, quanto à composição, é um problema mundial e não local (YAQOUT, 2003).

A diversidade das características dos resíduos da indústria de carnes, de suas fontes e volumes, exigem estudos preliminares para orientar seu tratamento. Os resíduos quando não tratados podem se comportar como focos de proliferação de insetos, roedores e de agentes infecciosos (PARDI et al., 2006).

Os resíduos sólidos são geralmente descartados em aterros, lixões, reciclados ou incinerados, já os resíduos líquidos podem receber várias formas de tratamento, físico-químico ou biológico e dentre este, aeróbios ou anaeróbios (PACHECO, 2006).

O manejo adequado dos resíduos deve ser um alvo da agroindústria, por envolver qualidade, comércio e ainda, interferir nos custos de investimento e retorno, que são fatores importantes para a produção lucrativa. Nesse sentido, pesquisadores e produtores têm sugerido a utilização dos resíduos gerados pelas agroindústrias como adubo orgânico, visando tanto o seu aproveitamento, como também a reciclagem dos nutrientes e a diminuição dos gastos com fertilizantes (SANTOS, 1997).

Os matadouros, frigoríficos e abatedouros, são agroindústrias com alta concentração e despejos de resíduos sólidos, sendo que há necessidade de grandes áreas em que se possam receber os resíduos gerados por estas indústrias, o que representa problema para o meio ambiente (LANGE et al., 2002; VERAS & POVINELLI, 2004).

Para tanto, o despejo final dos resíduos sólidos deve ser feita de forma segura, sem gerar riscos para a saúde e impactos ambientais. As formas mais

utilizadas para a destinação final destes resíduos são: o aterro sanitário, enterramento, compostagem, queima, reciclagem, bem como a incineração. Para sua posterior utilização são recomendados a compostagem, como alternativa na fertilização do solo e a reciclagem realizadas nas graxarias transformando os restos animais em outros produtos o que aumenta a eficiência no uso da matéria orgânica(SISINNO et al., 2002).

Por outro lado, de acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800 (ABNT, 1987a), efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente das indústrias e que compreende tanto as emissões dos processos ocorridos na indústria como também as águas pluviais e esgoto proveniente dos sanitários dos funcionários.

Nas indústrias de alimentos é utilizado grande volume de água em decorrência dos diversos processamentos, bem como nas etapas de limpeza e desinfecção para atender padrões sanitários exigidos, deste modo, o alto consumo de água acarreta efluentes volumosos sendo estimado que cerca de 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido (EPA, 2002).

Tendo em vista os diferentes processos realizados nas indústrias, a quantidade de despejos pode variar, de acordo com o volume de água consumida no estabelecimento, entre as indústrias e dentro da própria indústria, em razão do horário de funcionamento das operações. Entretanto um dado indicativo apontado por SCARASSATI et al., (2003), tem como base de cálculo que para abate de bovinos são despejados 2500 litros por cabeça, distribuídos em 900 litros na sala de matança; 1000 litros nas demais dependências como bucharia, triparia e sanitários, 600 litros nos anexos externos como pátios e currais, incluindo a lavagem de caminhões. Para suínos o cálculo é de 1200 litros por cabeça, assim distribuídos: 300 litros na sala de matança; 400 litros nas demais dependências; 500 litros nos anexos externos.

Já para aves, de acordo com BASSOI (1991), a quantidade de água residual resultante do abate e processamento de aves estaria entre 25 - 50 litros por ave.

As águas residuais apresentam elevada carga orgânica. Esta matéria orgânica presente é composta por grande quantidade de sangue, alto teor de gorduras, fragmentos de tecidos, esterco, conteúdo estomacal não-digerido e conteúdo intestinal (PARDI et al., 2006). A descarga destes compostos

biodegradáveis é responsável pela redução na quantidade de oxigênio dissolvido dos corpos d'água que recebem os efluentes, o que ocasiona a diminuição das atividades e até mesmo a morte dos seres aquáticos, fator que culmina com forte impacto ambiental (VINATEA ARANA, 1997).

Outras características dos efluentes gerados pelas indústrias são: flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos; altos conteúdos de nitrogênio, fosforo e sal; teores significativos de sais de cura, compostos aromáticos (no caso de processos de defumação de produtos de carne); flutuação de temperatura e concentração de diversos outros sólidos em suspensão, provenientes do processo de abate, lavagens de pisos e equipamentos. Essas características podem variar em função da utilização de Boas Práticas de Fabricação e com o reaproveitamento dos resíduos orgânicos gerados (BARROS et al., 2002).

Dentre os despejos do processamento, o sangue é de suma importância por conter alta carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), aproximadamente 200 g/litro. Por esta razão é recomendável coletar este produto (VILAS BOAS et. al., 2001) separadamente dos demais resíduos e ser tratado para o reaproveitamento de subprodutos (BRASIL, 1952).

Apresenta também elevada concentração de nitrogênio, cerca de 30 g/litro e de DQO (Demanda Química de Oxigênio), em torno de 400g/litros, sendo considerada a mais alta entre os efluentes líquidos gerados no processamento de carnes (VILAS BOAS et. al., 2001; PACHECO, 2008). O aporte de sangue ao efluente, se não faz a recuperação, é de aproximadamente 15 a 20 litros/bovino e de 7 litros/suíno (PARDI et al., 2006).

Os nutrientes presentes nos efluentes, principalmente nitrogênio (N) e fosforo (P), são essenciais para o desenvolvimento de microrganismos, plantas e animais, porém em excesso nos efluentes da agroindústria, pode provocar sérios problemas ao meio ambiente, como o fenômeno de eutrofização, crescimento excessivo de plantas, em lagoas, represas e corpos receptores (FIGUEIRÊDO et al., 2007).

Na caracterização de efluente, muitas vezes é desejável a utilização de parâmetros indiretos que traduzam o caráter ou o potencial poluidor do despejo em questão. Tais parâmetros definem a qualidade de um efluente, podendo ser

divido em três categorias: parâmetros físicos, químicos e biológicos (VON SPERLING, 2005).

Os resíduos líquidos industriais, independentes da sua composição, devem atender às normas prescritas pela resolução do CONAMA Nº 357 de 17/03/05 (BRASIL, 2005) como descrito no Quadro2.

QUADRO2: Parâmetro máximo permitido para lançamento dos efluentes de acordo com BRASIL, 2005.

Parâmetro	Concentração
pH	5,0 - 9,0
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	1 mg/L
NITRATO	10 mg/L
NITRITO	1 mg/L
FÓSFORO	0,15 mg/L
NITROGENIO	20 mg/L
DBO ₅	10 mg/L

Fonte adaptada: BRASIL,2005

VON SPERLING (2005) e PARDI et, al., (2006) descreveram que nas atividades de matadouros, frigoríficos e abatedouros de aves, os parâmetros de maior importância na qualificação de águas residuais e principais indicadores de poluição são: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos em Suspensão (SS), Óleos e Graxas, nitrogênio total (N), fósforo total (P) e pH.

Os mesmos autores conceituaram estes indicadores da seguinte forma:

- pH: indica a intensidade de acidez ou alcalinidade, sendo que os microrganismos presentes no tratamento biológico normalmente são inibidos em pH menor que 6,0 e superior a 9,0. O controle do pH é fundamental para o processo de digestão. Muitos processos químicos utilizados para coagular efluentes e despejos, adensar lodos ou oxidar substâncias requerem controle do pH.
- Turbidez - é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (argila, colóides, matéria orgânica).
- DBO₅ – Demanda Bioquímica de Oxigênio: está associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos, é uma medida do

oxigênio consumido após cinco dias pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica.

- DQO - Demanda Química de Oxigênio, representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea. Utilizam fortes agentes oxidantes (dicromato de potássio) em condições ácidas.
- Nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) - O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes responsáveis pelo crescimento e reprodução dos microrganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nos despejos. Os compostos nitrogenados nos despejos domésticos são encontrados na forma de amônia, nitritos, nitratos e nitrogênio orgânico. A associação deste resulta em nitrogênio total (NT). O fósforo total existe na forma orgânica e inorgânica. É um nutriente indispensável no tratamento biológico.
- Sólidos Totais - Os sólidos são os responsáveis pelo aparecimento da cor e turbidez nas águas. Os sólidos são classificados segundo suas características químicas em sólidos solúveis (SS) e sólidos voláteis (SV), os quais juntos formam os sólidos totais (ST). Os sólidos totais em águas residuais caracterizam o teor da matéria seca das mesmas, os sólidos voláteis indicam uma estimativa da matéria orgânica existente no resíduo, enquanto que os sólidos solúveis representam a matéria inorgânica, ou seja, o teor dos sólidos minerais.

O Quadro 3 apresenta dados das características típicas dos efluentes gerados por matadouro e frigorífico de bovino.

QUADRO 3 - Características físico-químicas de um efluente frigorífico de bovino.

Parâmetro	Média	Valores
pH	7,03	6,24 – 7,85
DQO (mg/l)	5.398	3.979 – 7.125
DBO (mg/l)	2.763	2.035 – 4.200
Sólidos suspensos (mg/l)	1.271	284 – 2.660
Nitrogênio total (mg/l)	71,7	54,7 – 99,8
Fósforo total (mg/l)	71,5	53,9 – 91,7

Fonte adaptada: AGUILAR et al. (2002)

Desta maneira os efluentes, quando não tratados, representam foco de proliferação de insetos, agentes infecciosos, emissão de gases, odores e ainda quando lançados em cursos d'água, podem ocasionar a eutrofização dos mesmos. Este processo se caracteriza pela diminuição do oxigênio dissolvido no meio, e a proliferação exagerada de plantas aquáticas, resultando em maiores conteúdos de N e P dissolvidos, comprometimento da sobrevivência de peixes, redução da biodiversidade e crescimento de organismos tóxicos (BEUX, 2005).

2.4 Tratamento de resíduos

O conhecimento prévio das características das águas residuais, de acordo com NUNES (2004), é essencial para projetar o sistema de tratamento do efluente industrial.

Os resíduos procedentes da sala de vísceras brancas (conteúdo estomacal e de tripas) são coletados em dutos separados e reunido com o efluente da limpeza dos currais e encaminhado para sedimentadores, onde o sólido é retido e o líquido encaminhado para tratamento posterior (PACHECO, 2006).

Os resíduos da graxaria e da limpeza de salas são reunidos e passam por um sistema de peneiras e caixas de gordura. Os sólidos recolhidos nestes equipamentos são gordura que geralmente vão para o aterro sanitário. Pacheco (2008), também mencionou que o líquido residual é enviado para o sistema de

tratamento. Em alguns casos os sólidos são encaminhados para a graxaria para obtenção de óleos não comestíveis com aplicação industrial.

Os líquidos resultantes, após a separação de sólidos e gorduras, são reunidos e geralmente são tratados em uma ou mais lagoas de estabilização em série, resultando em efluente final tratado a ser liberado para o corpo receptor (SILVEIRA, 1999).

Para minimizarem os impactos ambientais de seus efluentes líquidos industriais e atenderem às legislações ambientais locais, os frigoríficos devem fazer o tratamento destes efluentes (SCARASSATI et al., 2003).

Existem inúmeros processos para o tratamento de esgoto, individuais ou combinados. Para a escolha do processo a ser empregado, deve-se levar em consideração, principalmente, as condições do curso d'água receptor (estudo de autodepuração e os limites definidos pela legislação ambiental) e da característica do esgoto bruto gerado. É necessário certificar-se da eficiência de cada processo unitário e de seu custo, além da disponibilidade de área (SCARASSATI et al., 2003). KOUSHKI et al., (2004) estudaram a relação custo benefício para recolhimento, transporte de resíduos domésticos, considerando a mão de obra e custo energético. Os autores concluíram que a gestão é extremamente favorável e que minimiza custos. Pelo exposto, sugere-se que o mesmo pode ser ampliado para o segmento agroindustrial.

Para os efluentes destas indústrias, são aplicados processos biológicos, precedidos de operações de pré-tratamento, que são fundamentais na remoção de penas, pêlos, vísceras, óleos, graxas e sólidos em suspensão. A inobservância destas etapas implicaria em processos subsequentes sem sucesso (SCARASSATI et al., 2003). Os métodos físico-químicos podem remover parte da carga orgânica dos efluentes, porém o custo dos reagentes é alto e a eficiência na remoção da DBO e DQO dissolvidas é baixa (MELLO, 2007).

Num frigorífico, há separação ou segregação inicial dos efluentes líquidos em duas linhas principais: a linha "verde", que recebe principalmente os efluentes gerados na recepção dos animais, nas áreas de lavagem dos caminhões, na bucharia e na triparia; e linha "vermelha", cujos contribuintes principais são os efluentes gerados no abate, no processamento da carne e das

vísceras, incluídas as operações de desossa/cortes e de graxaria, caso ocorram na unidade industrial (NARDI et al., 2005).

Devido à complexidade da composição dos efluentes industriais, são necessárias as associações de diversos níveis de tratamento para a obtenção de efluentes com as qualidades requeridas pelos padrões de lançamento no corpo receptor, que na maioria dos casos é o corpo hídrico mais próximo. A definição do processo de tratamento deve considerar também custos de investimentos, custos operacionais (energia requerida, produtos químicos, mão-de-obra, manutenção, controle analítico e geração de resíduos), área disponível para a implantação do tratamento, clima, legislação, a classe do corpo receptor, proximidade de residências, direção de ventos, estabilidade do terreno, assistência técnica e controle operacional (SCARASSATI et al., 2003).

O tratamento pode variar de empresa para empresa, mas um sistema de tratamento típico possui as seguintes etapas (GIORDANO, 1999):

- Tratamento preliminar: objetiva principalmente na remoção de sólidos grosseiros;
- Tratamento primário: visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, predominando os mecanismos físicos;
- Tratamento secundário: onde predominam mecanismos biológicos, com objetivo principal de remoção de matéria orgânica, dissolvida e em suspensão, e de nutrientes (nitrogênio e fósforo) por meio da transformação desta em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos), ou gases. Há o predomínio de lagoa de estabilização;
- Tratamento terciário: objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. O tratamento terciário não é muito utilizado no Brasil.

Os processos biológicos empregados nos tratamentos de efluentes tendem a reproduzir, em escala de tempo e área, os fenômenos de autodepuração que ocorrem na natureza (VONSPERLING, 2005).

Segundo o mesmo autor, autodepuração da água consiste no processo em que ocorre o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por métodos

essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos de resíduos.

A decomposição da matéria orgânica nos tratamentos biológicos pode ser realizada em processos anaeróbios ou processos aeróbios, dependendo da disponibilidade de oxigênio dissolvido para a oxidação dos compostos orgânicos (PARDI et al., 2006).

Cabe salientar que VON SPERLING e colaboradores (2002) afirmaram que os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento dos efluentes. Sendo que o principal objetivo é a remoção da matéria orgânica. Por outro lado, PARDI et al. (2006) comentaram que nas lagoas de estabilização ocorre tanto a decomposição aeróbia quanto a anaeróbia. As bactérias decompõem a matéria em suspensão, liberando nitrogênio, fósforo e dióxido de carbono. As algas usam esses compostos inorgânicos para o seu crescimento, juntamente com a energia solar, liberando oxigênio para a solução. A bactéria utiliza o oxigênio dissolvido como esquematizado na Figura 4.

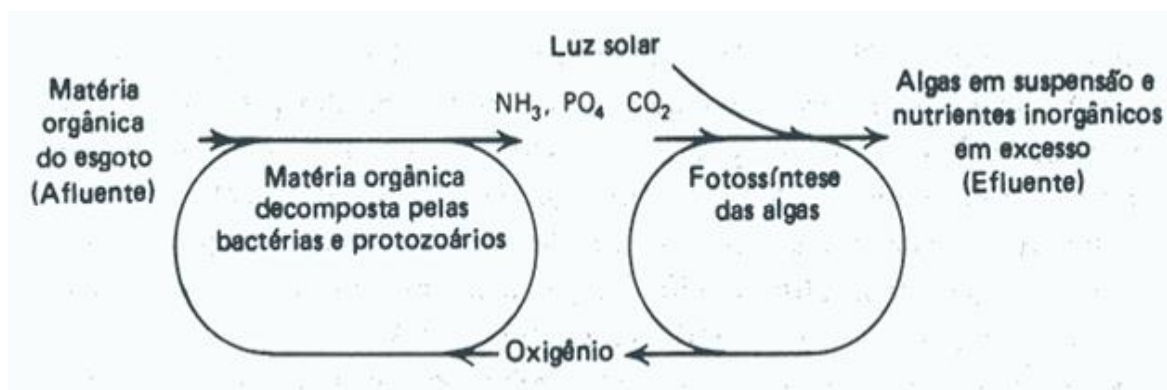


Figura 4 – Mecanismo de ação de lagoas de estabilização, associação entre bactérias e algas.

Fonte: PARDI et al. (2006)

Aqueles autores afirmaram, ainda, que a profundidade mínima é de 0,6 metro com a finalidade de evitar o crescimento de plantas aquáticas com raízes, sendo que essa lagoa reduz 80% da DBO. Em contrapartida, profundidade maior pode favorecer a formação de odores intensos devido ao processo de anaerobiose. A ilustração de uma lagoa de estabilização pode ser observada na Figura 5.

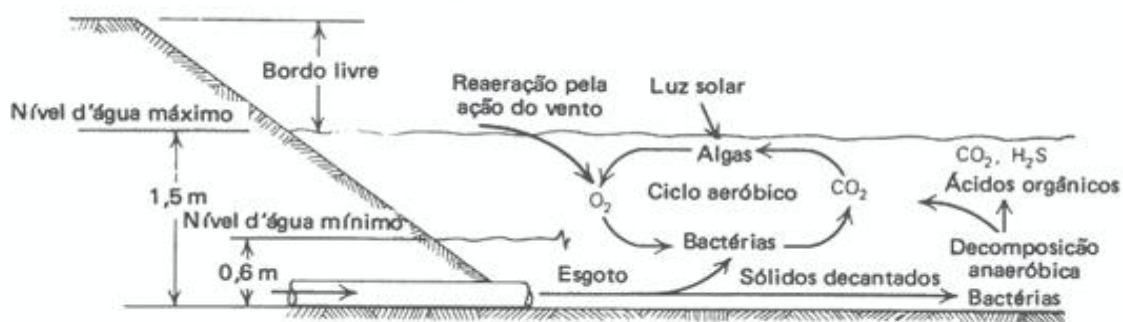


Figura 5 - Esquema de funcionamento de lagoa facultativa - reações biológicas
 Fonte: PARDI et al. (2006)

Em estudo realizado por Souza (2009), foi feita a análise ambiental e energética do tratamento de dejetos líquidos de suínos por meio de lagoas de estabilização, o autor concluiu que o sistema utilizado foi eficiente na remoção da carga orgânica e o efluente tratado demonstrou características favoráveis ao seu reaproveitamento como biofertilizante.

RIBEIRO (2010) avaliou a eficiência de três lagoas de estabilização em série, duas anaeróbicas e uma facultativa, para o tratamento do efluente de um abatedouro de bovinos, nos parâmetros de pH, DBO, sólidos sedimentáveis, amônia, e nitrogênio, os valores encontrados após o tratamento atenderam os padrões de lançamentos da resolução Conama n. 357/2005 para a qualidade de corpos hídricos.

Completando o processo de tratamento de resíduos, é importante mencionar que há a lagoa de maturação cuja função é a remoção de microrganismos patogênicos. Nestas lagoas predominam condições ambientais adversas para bactérias patogênicas, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevada concentração de oxigênio dissolvido (OD), temperatura mais baixas que a do corpo humano e ausência de nutrientes. As lagoas de maturação são um pós-tratamento e não objetivam a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas em série, ou como uma lagoa única. Apresenta elevada eficiência na remoção de coliformes (PARDI et al., 2006).

Em associação aos processos descritos, outro mecanismo usual é o sistema de lodos ativados, classificado como mecanizado e aeróbio. A remoção da matéria orgânica é feita pelas bactérias que se multiplicam no tanque de aeração e formam uma biomassa a ser sedimentada no decantador. A

eliminação de DBO alcança de 85 a 98% e a de patogênicos de 60 a 90%. Os sistemas de lodos ativados convencionais têm, como parte integrante, também o tratamento primário (Figura 6).

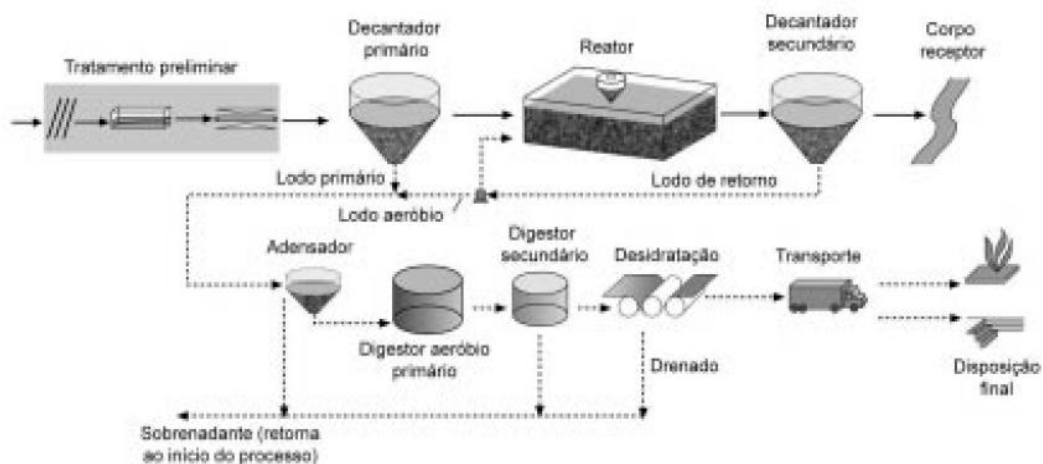


FIGURA 6: Fluxograma típico do sistema de lodos ativados.
 FONTE: VON SPERLING et al., 2002.

Considerando o tratamento de resíduos, é imperativo mencionar os resíduos sólidos que são os lodos resultantes dos processos de tratamento de efluentes. Grande quantidade advém do descarte de embalagens, materiais não aproveitados e do lixo proveniente de setores administrativos, estabelecendo assim o emprego de tecnologias limpas (MAIMON, 1996) e a utilização de gestão de resíduos sólidos, com a finalidade de preservação e minimização de impacto ambiental.

SISINNO et al. (2000), em suas descrições de gestão de resíduos sólidos, como visão multidisciplinar do que é o meio ambiente, ponderou que algumas indústrias brasileiras estão realizando programas internos para reciclagem dos seus resíduos sólidos. A segregação do material, ainda na fonte geradora, diminui o volume total de resíduos, reduz os gastos operacionais e, em alguns casos, pode gerar uma nova receita à indústria.

FRANCO (2002) declarou como ação multifatorial das agroindústrias, os critérios associados ao melhor beneficiamento dos resíduos, pela necessidade de avaliar os custos de investimento e retorno, a demonstração e efetivação empresarial da gestão da qualidade e a comercialização final.

Por sua vez, ROSCOE et al. (2006) afirmaram que diversos sistemas vêm sendo implementados para tratamento e destinação mais adequada dos resíduos, cabendo para tanto, análise detalhada do fluxograma de produção, identificação dos pontos de atenção para produção de resíduos, elaboração de procedimentos apropriados para a realidade da empresa e definição da melhor forma de manejo destes resíduos.

2.5 Destinação de resíduos

Segundo FRANCO (2002), as práticas de destinação dos resíduos de origem animal (ROA) incluem aterros, enterramento, compostagem, queima, incineração e reciclagem (FRANCO, 2002).

Os aterros constituem a opção menos indicada para destinação de resíduos. A temperatura atingida na lenta decomposição orgânica não é suficiente para eliminar as bactérias e esporos resistentes ao calor. Além disso, favorecem a proliferação de roedores e insetos, odores desagradáveis, gases inflamáveis (metano) e a possibilidade de contaminação de aquíferos por meio do chorume (FRANCO, 2002).

O enterramento tem sido praticado em vários países do mundo, por séculos, para a disposição final de rejeitos animais. Porém, sérias preocupações sobre contaminações de águas subterrâneas e outros fatores ambientais têm forçado o banimento dessa prática. Em situações emergenciais é empregado com o auxílio da adição de cal ou outro composto químico (FRANCO, 2002).

A compostagem é um processo de reciclagem e aproveitamento dos resíduos gerados. Caracteriza-se pela estabilização da matéria orgânica mais complexa até formas mais simples, tendo como benefícios a redução de sólidos, massa e volume enleirados, bem como a geração de um fertilizante orgânico (COSTA et al., 2005). Geralmente aplica-se a resíduos sólidos, porém os resíduos líquidos também podem ser passíveis de compostagem, sendo que para isso se devem alterar as características físicas destes, através de agentes estruturantes como cama de aviário, palha de arroz, serragem e maravalha (VALENTE et al., 2009).

Estudos sobre os efeitos da aplicação de águas residuais, efluente de lagoa anaeróbica e de dejetos líquidos da suinocultura, nas características químicas de solos têm sido realizado por vários pesquisadores (MARI, 2003; FONSECA, 2005; MEDEIROS et al., 2007) esses obtiveram aumentos na concentração de P, K⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ no solo. Esse aporte de nutrientes melhorou a produção e a composição mineral dos vegetais cultivados.

A Figura 7 ilustra o processo da digestão da matéria orgânica por organismos, com liberação de elementos químicos, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, os da forma orgânica, dita imobilizada, que passam para a forma de nutrientes minerais, conceituada como mineralizada, disponível às plantas (BUDZIAK et al., 2004).

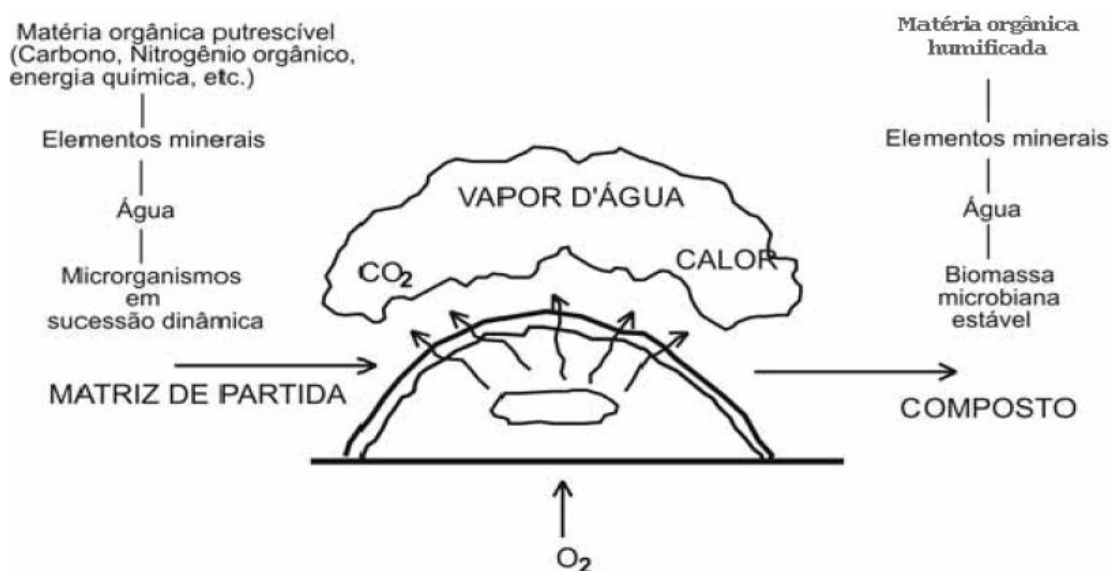


Figura 7: Processo de compostagem
 FONTE: BUDZIAK et al., 2004.

A queima é um processo incompatível com os aspectos ambientais pela liberação de fumaça, ocorrência de odores desagradáveis e outros poluentes atmosféricos. É utilizada somente em situações emergenciais, em áreas preestabelecidas e pré-aprovadas pelos órgãos de meio ambiente. Pode ser feita em cavas, auxiliada pela adição de material combustível (FRANCO, 2002).

A incineração favorece a estabilização e eliminação de material perigoso e microrganismos patogênicos, eliminando toda a matéria orgânica, restando os resíduos inorgânicos. Apresenta-se como processo ideal para a

disposição de carcaças de animais mortos, principalmente em países onde ocorre a Encefalopatia Espongiforme Bovina, conhecida como a doença da vaca louca. Porém a escassa disponibilidade de incineradores e o custo do processo fazem com que essa prática seja pouco utilizada.

A reciclagem é uma prática que consiste no reaproveitamento, realizada em graxarias. Relaciona-se à transformação de restos animais em sebos, óleos, farinhas de origem animal (FOA) e adubos, aumentando a eficiência de uso da matéria, preservando a qualidade ambiental e ampliando os ciclos biogeoquímicos. É a forma de destinação final mais equilibrada dos pontos de vista sanitário, econômico e ambiental (FRANCO, 2002).

A correta destinação dos resíduos, através da produção de adubo e recuperação de energia como agregação de valor aos resíduos, são imperativos para os setores altamente produtores de rejeitos e grandes consumidores de energia como as atividades de produção animal (ROSCOE et al, 2006).

2.6 Aproveitamento de subprodutos/ resíduos de origem animal

O aproveitamento dos subprodutos relaciona-se à fabricação de elementos destinados à alimentação animal. A indústria apresenta dois perfis, aquele que é o frigorífico e outro que é o coletador dos subprodutos. O sangue é um importante resíduo e seu processamento destina-se à fabricação de ração para animais, na forma de farinha, como suplemento proteico (BELLAVÉR & ZANOTTO, 2004).

O sangue, captado no túnel de sangria, é enviado ao túnel de subprodutos por bomba ou por vácuo. O recebimento ocorre em tanque depósito, e posteriormente é encaminhado ao pré-aquecimento, em temperatura de 42°C. Em sequência, sofrerá coagulação, com separação da fração líquida e sólida. Haverá a estocagem da parte sólida em tanque de armazenamento e posterior cozimento para a fabricação de farinhas (PACHECO, 2008).

Quanto à produção de gorduras não comestíveis BELLAVÉR (2006), destacou que a produção brasileira de sebo ou gordura animal industrial e de

farinhas de carne e ossos, naquele ano, realizadas pelas graxarias a partir de materiais gerados pelo abate de bovinos e suínos, estão estimadas no Quadro 4.

QUADRO 4 - Produção brasileira de sebo/gordura animal industrial e defarinhas de carne e ossos, provenientes de materiais derivados do abate de bovinos e suínos

Produto	Bovinos	Suínos
Abate no ano (milhões de cabeças)	45,5	34,5
Peso médio por cabeça (Kg)	400	105
Sebo/ gordura animal industrial (t/ano)	1.382.472	194.876
Farinha de carne e ossos (t/ano)	1.893.528	239.824

Fonte: BELLAVER, 2006

Em relação às vísceras brancas (tripária e estômago), ocorre seleção e envio para processamento, decorrendo em resíduos orgânicos, a serem transformados em “esterco”. Por sua vez, o processamento de vísceras vermelhas (coração, rins, fígado e pâncreas), envolve os critérios de seleção da víscera conforme o julgamento do serviço de inspeção federal. Após liberação pela inspeção, há o procedimento de lavagem e separação, surgindo assim os resíduos incluindo gordura (PACHECO, 2008).

O mesmo autor referiu-se ainda a outro tipo de processamento que engloba patas e cabeças, feitos em salas separadas. Os resíduos gerados são; sangue, fragmentos cárneos e restos orgânicos oriundos da pata do animal.

Já as penas resultantes do abate de aves devem ser hidrolisadas e cozidas (BELLAVER & ZANOTTO, 2004). Este processamento deve ocorrer em no máximo 24 horas após o abate.

Quanto aos ossos e cortes provenientes da desossa mecânica, o volume desse tipo de material tem aumentado rapidamente em função dos novos sistemas de produção, distribuição e comercialização. A desossa mecânica reduz o desperdício da proteína animal. Componentes ósseos com carne remanescente antes eram encaminhados à produção de subprodutos utilizados na alimentação animal, no entanto, passaram a ser utilizados na alimentação humana. No caso do frango, as principais matérias primas, são o dorso, o pescoço, torác, a coxa e

as poedeiras de descarte após aproveitamento do peito (BASSOI, 1991). Os ossos podem ser usados na produção do adubo orgânico mineral.

Todas as formas de aproveitamento de subprodutos podem ser realizadas pelos próprios matadouros e abatedouros ou executadas por terceiros. Para tanto, todos os procedimentos devem estar em consonância com a Instrução Normativa, número 15, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

O Quadro 5 mostra alguns valores médios do que se obtém nos abates de um bovino.

QUADRO 5-Produtos, subprodutos, resíduos do abate de um bovino de 400 kg

Produtos, subprodutos e resíduos	Peso (Kg)	Porcentagem do Peso Vivo (%)
Peso vivo	400	100
Carne desossada	155	39
Material não-comestível para graxaria	152	38
Couro	36	9
Vísceras comestíveis	19	5
Sangue	12	3
Outros (conteúdos estomacais e intestinais, perdas-sangue, carne)	26	7

Fonte: UNEP, 2000

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação do meio ambiente, décadas atrás, era tema classificado como modismo. Porém, as alterações climáticas, a degradação de solos e contaminação de lençóis freáticos, decorreram de ações não calculadas e da desorganização da expansão urbana e industrial.

O segmento agroindustrial no Brasil tem expressividade, relevância internacional e dinamismo, o que exige acompanhamento direto de todo o sistema produtivo. Portanto, houve a necessidade, ainda na década de 80, da implantação de qualidade total, hoje denominados por sistemas de gestão da qualidade. Com o passar dos anos, as exigências comerciais acirraram-se e o respeito ao meio ambiente, bem como a redução dos impactos ambientais por ação direta ou indireta dos homens, passou a ser avaliada.

Assim sendo, o equilíbrio entre a manutenção da rentabilidade e a redução do impacto ambiental passou a ser tema das empresas e dos governos. É notório que esta visão de respeito ao ambiente ainda é retraída, mas acredita-se que será um padrão de inclusão ou exclusão das atividades empresariais e agroindustriais em médio período de tempo.

Os matadouros frigoríficos e abatedouros desenvolvem atividades com grande volume de rejeitos e resíduos, sendo incontestável a necessidade de destinação e aproveitamento em conformidade com o cenário mundial, em que a atenção é dada à maior captação de recursos, associadas às ações que preservem o ambiente de instalação, as cidades em que estão localizados, a saúde de seus colaboradores e a saúde da coletividade.

REFERÊNCIAS

1. ABIPECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Exportação brasileira de carne suína**, relatório de janeiro a setembro de 2011. Disponível em <http://www.abipecs.org.br>. Acesso em: 02 de nov de 2011.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987a.
3. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10.004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987b.
4. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso**. ed 2. Rio de Janeiro, 2004.
5. AGUILAR, M. I.; SÁEZ, J.; LLORÉNS, M.; SOLER, A.; ORTUÑO, J. F. Nutrient removal and sludge production in the coagulation-flocculation process. **WaterResearch**, Murcia, [online], v.36, p. 2910-2919, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135401005085>. Acesso em: 15 out 2011.
6. ANUALPEC – ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA In: **Pecuária de corte (estatísticas)**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, cap.2, p.49-76. 2010.
7. BASSOI, L. J. A industrialização avícola e a proteção ambiental: a questão das águas residuárias. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**. 1991. Campinas. Anais...Campinas: FACTA. p. 25-36, 1991.
8. BARROS, F. G., DEL NERY, V., DAMIANOVIC, M. H. R. Z., GIANOTTI, E. P. Modificação da população microbiana de uma lagoa facultativa tratando efluente líquido de abatedouro de frango. In: **XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 2002.
9. BEECKMAN, G. B. Water Conservation, Recycling and Reuse. *Water Resources Development*, Oxford, v. 14, n. 3, p. 353-364, 1998.
10. BELLAVÉ, C.; ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: **Conferencia Apinco de Ciencia e Tecnologia Avícolas**, Santos, SP. Anais... Campinas: FACTA, v.1, p.79-102, 2004.
11. BELLAVÉ, C. Onde estamos na produção de farinhas e gorduras animais?. **V Workshop Sincobesp / Embrapa**, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.sincobesp.com.br/ppt/programa.htm>. Acesso em: 05 nov 2011.

12. BEUX, S. **Avaliação do tratamento de efluente de abatedouro em digestores anaeróbios de duas fases** [online], 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=140891. Acesso em 30 out 2011.
13. BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. Sao Paulo, CETESB, 1993.
14. BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de fev. 1986.
15. BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União** Decreto nº 30.691, de 29/03/52, Brasília, 1952.
16. BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 15. Publicada no **Diário Oficial da União** Nº 211, Seção 1, páginas 78-82, 2003
17. BRILHANTE, M.; CALDAS, L. Q. D. E. A. **Gestão e avaliação de riscos em saúde ambiental**. Rio de Janeiro, ed: FIOCRUZ. 1999.
18. BUDZIAK, C. R.; MAIA, C. M. B. F.; MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Química Nova**, São Paulo, [online], 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422004000300007. Acesso em: 30 out 2011.
19. CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama. Acesso em 02 nov 2011.
20. COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Engenharia Agrícola**., Jaboticabal, v.25, n.2, p.540-548, 2005.
21. EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category. **Office of Water Mail Code 4303 T**. Washington, 2002.
22. ESPINOZA, M. W.; PAZ, A. M. A. dos S; RIBAS, M. L O.; SANGOI, R. F.; BURSZTEJN, S. Índices para o Cálculo Simplificado de Cargas Orgânicas e Inorgânicas Presentes em Efluentes Industriais. **XXVII congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, [online] Porto Alegre,

1998. Disponível em: www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-082.pdf. Acesso em 22 out 2011.
23. FIGUEIRÊDO, M.C.B.; TEIXEIRA, A.S.; ARAÚJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; PAULINO, W.D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J.C. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Revista Engenharia Sanitária e ambiental**. v.12, n.4, [online], Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S14131522007000400006&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 11 nov 2011.
24. FONSECA, A. F. **Viabilidade agrônômica-ambiental da disposição de efluente de esgoto tratado em um sistema solo-planta**. [online], 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-19072005-45704/pt-br.php>. Acesso em: 15 out 2011.
25. 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**, Sacramento, 2002. Disponível em: <http://rendermagazine.com/industry/animal-disposal/>. Acesso em: 20 out 2011.
26. GENEROSO, F. B. **Qualificação e caracterização de dejetos produzidos em propriedades com exploração leiteira para uso em biodigestores e reciclagem de nutrientes**. 2001. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
27. GIORDANO, G. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos**. Niterói, 1999. 137 p. Dissertação de Mestrado (Ciência Ambiental). Universidade Federal Fluminense, 1999.
28. HÜBNER, R. **Análise do uso da água em um abatedouro de aves**, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
29. IDE, C. N.; GONDA, J.; GOMES, M. R.; LOUREIRO, H.; DAL'ONGARO, M.; GOMES, R. A. Avaliação do desempenho de lagoas de estabilização no tratamento de efluentes de matadouro – **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental**, Foz do Iguaçu, 1997.
30. JÖHR, H. **O verde é negócio**, ed: Saraiva, São Paulo, 1994.
31. KOUSHKI, P. A.; AL-DUAIJ, U.; AL-GHIMLAS, W. Collection and transportation cost of household solid waste in Kuwait. **Waste management**, Kuwait, [online], v.24, p.957-964, 2004. Disponível em:

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X04000856>. Acesso em: 15 nov 2011.
32. KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M., OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de Manejo e Tratamento de Dejetos de Suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, [online], v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8663/4852>. Acesso em: 14 out 2011.
 33. LANGE, L. C.; SIMÕES, G. F.; FERREIRA, C. F. A.; SANTANA, D. W. E. A.; GARCIA, L. N. Estudo comparativo de metodologias para análise físico-químicas de resíduos sólidos urbanos. **Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria y Ambiental**, México, 2002.
 34. LAYRARGUES, P. P., Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa–meio ambiente no ecocapitalismo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n. 2, v. 40, p. 80-88. 2000.
 35. MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 817-824, 2005.
 36. MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-Marandu (Brachiariabrizantha (hochts. Ex a. Rick) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem** [online], 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde.../lucas.pd. Acesso em: 04 nov 2011.
 37. MEDEIROS, L.T.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; CUNHA, F. R.; VALERIANO, A.R.; CASALI, A.O.; GASTALDELLO J. A.L. Produção e qualidade da forragem de capim-marandufertirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.309-318, 2007.
 38. MELLO, E. J. R. **TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO: Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG** [online], 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária) –Uniminas, Uberlândia, 2007. Disponível em: www.sae-araguari.com.br/.../tratamento_esgoto_-_ETE_compacta.pdf. Acesso em: 15 out 2011.
 39. NARDI, I.R.; LIMA, A.R.; AMORIM, A.K.B.; DEL NERY, V. Análise de séries temporais na operação de sistema de tratamento de águas residuárias de abatedouro de frango. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, [online], v. 10, n. 4, p.339-346, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: 15 out 2011.

40. NUNES, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. ed: 5. Gráfica Editorial J Andrade. Aracaju, 2004.
41. PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína)**. São Paulo : CETESB (Série P + L), 2008.
42. PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia, ed: 2 UFG; v.1 p. 624, 2006.
43. RAMJEAWON, T. Cleaner production in Mauritian cane-sugar factories. **Journal of Cleaner Production**, V.8, p. 503-510. 2000. Disponível em: <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/cleaner-production-in-mauritian-cane-sugar-factories-EL9n7rwUM3>. Acesso em: 05 nov 2011.
44. ROCCA, A. C. C.; IACOVONE, A. M.; BARROTTI, A. J. **Resíduos Sólidos Industriais**. ed: 2, São Paulo: CETESB, 1993.
45. ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com bio-sólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.4, p. 623-639, 2004.
46. ROSCOE, R.; NUNES, W. A. G. A.; SAGRILO, E.; OTSUBO, A. A. Aproveitamento Agrícola de Resíduos de Frigorífico como Fertilizante Orgânico do Solo. In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Agropecuária**. Dourados, [online], 2006. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/.../1/BP200535.pdf. Acesso em: 03 nov 2011.
47. SAITO, C.H., Temas relevantes para a problemática dos usos múltiplos de recursos hídricos. In: LEITE, A. L. T. A.; MININNI-MEDINA, N. (Org.). **Educação Ambiental**. Curso básico à distância- Questões ambientais: conceitos, história, problemas e alternativas. v. 5, p. 47-66, ed: 2. Brasília, 2001.
48. SANTOS, T. M. B. **Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
49. SCARASSATI, D.; CARVALHO, R.F.; DELGADO, V.L.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; TONSO, S.; SOBRINHO, G.D.; PELEGRINI, R. Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos. In **III Fórum de Estudos Contábeis**, [online], Claretianas, 2003. Disponível em: www.universoambiental.com.br/novo/artigos_1er.php?canal. Acesso em: 02 nov 2011.
50. SEGANFREDO, M. A., **Gestão Ambiental na Suinocultura**, Brasília, ed: 1, 2007.

51. SILVEIRA, D. D. **Modelo para seleção de sistemas de tratamento de efluentes de indústria de carnes**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/2964.pdf>. Acesso em: 01 nov 2011.
52. SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.10, p. 1187-1195, 2003.
53. SISINNO, C. L. S., OLIVEIRA, R. M., FERREIRA, J. A., **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro, ed: FIOCRUZ, 2000.
54. SOARES, S. R.; BELLI, P.; CASTILHOS, A. Gestão de recursos ambientais. In: FRANKENBERG, C. L. C.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T.; CANTELLI, M. (Org). **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental**. Porto Alegre, ed EDIPUCRS, p. 280-291, 2000.
55. SOUZA, C.V. **Análise ambiental e energética do tratamento de dejetos líquidos de suínos** [online], 2009. Dissertação (Mestrado em: Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2009. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br:8080/jspui/handle/1/104>. Acesso em: 07 nov 2011.
56. SUNADA, N. S. **Efluente de abatedouro avícola: processos de biodigestão anaeróbia e compostagem** [online], 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, 2011. Disponível em: www.ufgd.edu.br/fca/mestrado.../dissertacao-natalia-da-silva-sunada. Acesso em: 30 out 2011.
57. UBABEF- UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2010/2011**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761>. Acesso em: 30 out 2011.
58. UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA – DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI **Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. cleaner production assessment in meat processing**. Paris, [online], 2000. Disponível em <http://www.agrifoodforum.net/publications/guide/index.htm>. Acesso em: 13 nov 2011.
59. VALENTE, B. S.; XAVIER, T. B. G. A.; MORSELLI, D. S.; JAHNKE, B. de S.; BRUM J., B. R.; CABRERA, P. de O.; MORAES, E.; LOPES, D. C. N.. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**. Pelotas, [online] p. 59-85. 2009. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/articulo.php?codigo=1767>. Acesso em: 30 out 2011.
60. VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: ISO 14000**. ed: 5. São Paulo: SENAC, 2004.

61. VALVERDE, S.R., **Elementos de Gestão ambiental empresarial**, Viçosa, 1º reimpressão, 2008.
62. VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A. Vermicompostagem do lodo das lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 9, n 3, p.218-224. 2004.
63. VIEIRA, R. F.; TANAKA, R.T.; TSAI, S. M.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. M. M. S. Disponibilidade de nutrientes no solo, qualidade de grãos e produtividade da soja em solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 919-926, 2005.
64. VILAS BOAS, E. V. de B.; LIMA, L. C. de O.; BRESSAN, M. C.; BARCELOS, M. F. P.; PEREIRA, R. G. F.A. **Manejo de resíduos da agroindústria**, Lavras: Gráfica Universitária UFLA/FAEPE, 2001.
65. VINATEA ARANA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**, Florianópolis, Ed. UFSC, 166p., 1997.
66. VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C. A. L. Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries. **UrbanWater**, Belo Horizonte [online] v. 4. p. 105-114, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075801000668>. Acesso em: 22 out 2011.
67. VON SPERLING, M. **Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte, ed: 3, p. 452, UFMG, 2005.
68. YAQOUT, A. F. Assessment and analysis of industrial liquid waste and sludge disposal at unlined landfill sites in arid climate. **Waste Management**, Kuwait [online], v. 23, p. 817-824,, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X03000369>. Acesso em: 15 nov 2011.