

ALCINÉIA DE LEMOS SOUZA RAMOS

**SISTEMA MULTIMÍDIA PARA APOIO AO GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS DE ABATEDOUROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007**

ALCINÉIA DE LEMOS SOUZA RAMOS

**SISTEMA MULTIMÍDIA PARA APOIO AO GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS DE ABATEDOUROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de setembro de 2007.

Prof. José Luís Braga
(Co-orientador)

Prof. Ismael Maciel de Mancilha
(Co-orientador)

Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide

Profa. Vanessa Riani Olmi Silva

Prof. Frederico José Vieira Passos
(Orientador)

À Deus.
Aos meus pais Alcides e Serineia.
Ao meu marido Eduardo.
À minha filha Maria Eduarda.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre ilumina o meu caminho e me concede saúde, paz, serenidade e força para realizar meus projetos de vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em especial aos colegas do Departamento de Tecnologia Rural e Animal, pelo apoio dado à realização deste trabalho.

Ao professor Frederico José Vieira Passos, pela oportunidade, amizade, dedicação, orientação, ótima convivência e valiosa colaboração na realização desse trabalho.

Ao Professor Ismael Maciel de Mancilha, pela amizade, apoio, sugestões e colaboração na realização desse trabalho.

Ao professor José Luís Braga, pelo aconselhamento, sugestões e colaboração na realização desse trabalho.

Aos professores Lúcio Alberto de Miranda Gomide e Vanessa Riani Olmi Silva, pela amizade, convivência e participação na tese.

Aos avaliadores do sistema, pelas sugestões e valiosa contribuição na realização desse trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos conhecimentos adquiridos.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em especial a Geralda e Vânia, pela ajuda e pela companhia.

Aos funcionários do CEAD, em especial ao Roberto Turbay, pela colaboração imprescindível para a realização deste trabalho.

Ao meu marido Eduardo, pela convivência, dedicação e por sua contribuição indispensável na realização deste trabalho.

À minha filha Maria Eduarda, pelo carinho e compreensão pelas horas em que me dediquei a este trabalho, deixando-a em segundo plano.

A todos meus familiares, em especial aos meus pais, Alcides e Serineia, às minhas irmãs, Fabiane e Priscila, e aos meus sobrinhos, Samantha e Jean, pelo apoio e incentivo durante toda a minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

Alcinéia de Lemos Souza Ramos, filha de Alcides Garcia de Souza e Serineia de Lemos Souza, nasceu em Angatuba, São Paulo, no dia 03 de março de 1977.

Em janeiro de 2000, graduou-se como Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Em 2002, obteve o título de *Magister Scientiae* em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.

Em abril de 2002, iniciou o curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Biotecnologia e Fermentações Industriais.

Em 2004, foi aprovada, em concurso público, para Professora Assistente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde leciona aulas para o curso de Engenharia de Alimentos.

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A Indústria de Carnes	3
2.2. Abatedouros	5
2.2.1. Abatedouro de Bovinos	7
2.2.2. Abatedouro de Suínos	10
2.3. Recuperação de Subprodutos	13
2.4. Geração de Resíduos em Abatedouros	16
2.5. Sistemas de Gestão Ambiental	20
2.6. Sistemas de Tratamento	23
2.6.1. Efluentes Líquidos	24
2.6.2. Resíduos Sólidos	28
2.7. Sistemas de Informação	28
2.7.1. Sistemas Multimídia	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1. Aquisição do Conhecimento	34
3.2. Organização do Conhecimento	35
3.3. Desenvolvimento do Ambiente	36
3.4. Desenvolvimento dos Sistemas de Apoio à Decisão	37
3.4.1. Gerenciamento de Subprodutos	37
3.4.2. Dimensionamento de Sistemas de Tratamento	37
3.5. Avaliação do Sistema Multimídia	38
3.6. Questionário de avaliação do Sistema Multimídia	39
3.7. Análise dos Resultados	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Desenvolvimento do Sistema Multimídia	44
4.1.1. Módulo “Gerenciamento Ambiental”	46

4.1.2. Módulo “Processo de Abate”	49
4.1.3. Módulo “Subprodutos”	52
4.1.4. Módulo “Sistemas de Tratamento”	55
4.1.5. Módulo “Sistemas de Apoio à Decisão”	57
4.1.6. Módulo “Itens de Apoio”	59
4.2. Desenvolvimento dos Sistemas de Apoio à Decisão	62
4.2.1. Gerenciamento de Subprodutos	62
4.2.2. Dimensionamento de Sistemas de Tratamento	64
4.3. Avaliação do Sistema Multimídia	66
5. CONCLUSÕES	79
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICES	90

RESUMO

RAMOS, Alcinéia de Lemos Souza, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2007. **Sistema multimídia para apoio ao gerenciamento de resíduos de abatedouros.** Orientador: Frederico José Vieira Passos, Co-Orientadores: Ismael Maciel de Mancilha e José Luis Braga.

Um sistema multimídia com sistema de navegação semelhante ao de web foi desenvolvido a fim de subsidiar o gerenciamento de resíduos de abatedouros. O sistema é constituído por cinco módulos interligados, facilitando a compreensão e proporcionando rapidez no seu uso. Os módulos que constituem o sistema multimídia são: Gerenciamento Ambiental, Processo de Abate, Subprodutos, Sistemas de Tratamento de Efluentes e Sistemas de Apoio à Decisão. Além dos módulos, o sistema apresenta ainda itens de apoio como “Glossário”, “Saiba mais!” e “Contato”. Os módulos contêm informações técnicas, conceitos e práticas relevantes sobre o processo de abate de animais, os resíduos gerados e a possibilidade de uso destes resíduos como subprodutos. O sistema contém ainda a descrição de sistemas de gerenciamento ambiental e de sistemas de tratamento de efluentes, comumente empregados em abatedouros. O módulo “Sistemas de Apoio à Decisão”, considerado o mais relevante do ambiente, foi desenvolvido para auxiliar o usuário no gerenciamento dos resíduos do abatedouro e na seleção do sistema de tratamento de efluentes. Ao final da fase de desenvolvimento, o sistema foi avaliado por 12 usuários, através de um questionário específico constituído de questões quantitativas, que avaliaram a interface, o conteúdo e os módulos, e de questões qualitativas complementares, que avaliaram o sistema em relação aos benefícios e possíveis obstáculos para sua utilização. O sistema desenvolvido foi considerado uma ferramenta capaz de auxiliar no gerenciamento de resíduos de abatedouros de bovinos e suínos, fornecendo informações que auxiliem na tomada de decisões. Destacou-se também a possibilidade deste sistema auxiliar na conscientização sobre a importância de práticas preventivas de controle ambiental, facilitando o cumprimento da legislação. A avaliação realizada permitiu identificar deficiências do sistema e observar onde serão necessários ajustes, destacando-se a necessidade

de modificações na interface e no conteúdo de alguns módulos, a fim de melhorar a interação do usuário com o sistema.

ABSTRACT

RAMOS, Alcinéia de Lemos Souza, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2007. **Multimedia support system for slaughterhouse waste management.** Adviser: Frederico José Vieira Passos. Co-Advisers: Ismael Maciel de Mancilha e José Luís Braga.

A multimedia system, with navigation system similar to the one of web, was developed to support slaughterhouse waste management. The system consists of five modules providing interconnected information to facilitate understanding and speedy use. The modules that constitute the multimedia system are: "*Environmental Management*", "*Slaughter Process*", "*By-products*", "*Wastewater Treatment Systems*" and "*Support Decision Systems*". Besides the modules, the system contains a support section, with three sub-sections: "*Glossary*", "*Knows more*" and "*Contact*". The modules contain technical information, concepts and important practices about the slaughter process, the waste generation and the possible use of these wastes as by-products. The system still contains the description of environmental management techniques and wastewater treatment systems, commonly used in slaughterhouses. The module "*Support Decision Systems*", the most important one, consists of two support decision systems, developed in order to help the user in the slaughterhouse waste management and in the selection of the wastewater treatment system. The multimedia system was evaluated by 12 users, during its final development phase, by a specific questionnaire containing quantitative questions about to the interface, content and modules, and complementary qualitative questions about potential benefits and possible difficulties for its use. The multimedia system was considered by the users as a tool capable to assist the waste management of cattle and swine slaughterhouse, providing information that helps the decisory process. The possibility of use this system as a means to show the importance of environmental control preventive practices was also detected, facilitate legislation compliance. The evaluation allowed to identify the deficiencies of the system and the adjustments that need to be made,

distinguished the necessity of modifications in the interface and the content of some modules, in order to improve system-user interaction.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente tem levado as empresas a buscarem alternativas que possibilitem minimizar a geração de resíduos sem afetar sua eficiência de produção, bem como tratar os resíduos gerados de forma a minimizar o impacto de seu lançamento no ambiente. Devido às exigências legais, inúmeras empresas têm investido em sistemas para tratamento e reaproveitamento de seus resíduos e têm descoberto que este investimento pode significar retorno a médio e longo prazo, quando aliados às ferramentas de gestão ambiental.

Uma tendência na indústria de alimentos, particularmente para o segmento de carnes, é a busca de novas tecnologias, principalmente visando o aproveitamento de resíduos antes considerados desprezíveis e que, como tal, eram liberados no meio ambiente. Essa busca de novas tecnologias reflete uma nova preocupação das empresas que começaram a perceber que o custo para tratar seus resíduos, aumenta na mesma proporção do crescimento da produção. A aplicação de técnicas de gestão ambiental tem propiciado consideráveis melhorias na redução da emissão de resíduos nas indústrias de alimentos.

Para a adequada escolha do sistema a ser empregado no tratamento de resíduos da indústria é necessário conhecer as características do efluente, quais alterações na linha de produção trarão impactos sobre a quantidade e qualidade do resíduo gerado, bem como a eficiência das diferentes tecnologias de tratamento empregadas para este tipo de resíduo. Deste modo, faz-se necessário obter informações sobre as melhores formas de gerenciamento da produção com vistas a minimização de resíduos e sobre as melhores alternativas de tratamento de resíduos que possibilitarão

alcançar os limites estabelecidos pela legislação dentro das limitações físicas e econômicas da indústria.

A busca de tais informações e a interpretação dos dados é um trabalho que, geralmente, requer pessoal especializado. Entretanto, micros e pequenas indústrias geralmente não dispõem de tal mão-de-obra, optando por contratar serviço terceirizado. Assim, a busca de soluções ou ferramentas que auxiliem o processo decisório dessas empresas poderá beneficiar o setor como um todo e, principalmente, a empresa envolvida, pois os custos de projetos mal concebidos ou não compatíveis com o porte da empresa podem significar além de um prejuízo, também o comprometimento da sua sobrevivência pela perda de competitividade.

Atualmente pode-se dispor do auxílio da informática para a obtenção e disseminação de informações. Um sistema multimídia para apoio à decisão pode ser utilizado como uma poderosa ferramenta de treinamento, com ampla aplicação em sistemas de gerenciamento e tratamento de resíduos, auxiliando na análise e solução dos problemas específicos desta área, através da interação entre o usuário e o computador.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema multimídia modulado e com interface amigável para auxiliar no gerenciamento de resíduos de abatedouros de bovinos e suínos, principalmente os de pequeno e médio porte, visando compensar a falta de especialistas nesta área em sua equipe técnica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Indústria de Carnes

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, em que a principal atividade é a produção de carne, seguido da produção de leite. As maiores concentrações de bovinos se encontram no Sudoeste e Centro-Oeste do país, sendo que o estado de Minas Gerais possui o terceiro maior rebanho (IBGE, 2004; CNPC, 2006). Além de grande produtor, o Brasil, é considerado também um grande consumidor de carne bovina, com consumo *per capita* de 36,2 Kg/habitante/ano, ficando atrás apenas da Argentina, dos EUA e da Austrália (USDA, 2004).

A produção nacional de carnes é significativa no contexto internacional, tendo havido um crescente aumento no volume de exportação durante a última década, passando de 450 mil toneladas, em 1990, para 3.439 mil toneladas em 2003 (IBGE, 2004). Tal fato está associado a diversos fatores como desvalorização cambial e ocorrência de problemas sanitários em outros países exportadores, reduzindo sua participação no mercado. Por outro lado, alguns entraves também foram impostos, como as barreiras levantadas pela Rússia às exportações de carne brasileira e os recentes e freqüentes episódios relativos à febre aftosa (PACHECO e YAMANAKA, 2006b).

O Brasil é o quarto produtor mundial de carne suína e o quarto exportador mundial deste produto (ABIPECS, 2006), estando a maioria do rebanho suínico brasileiro localizada na região Sul do país (ANUALPEC, 2004). Apresenta uma produção de 2,8 milhões de toneladas de carne suína,

representando 3% do mercado mundial (USDA, 2004). A maioria da carne suína produzida no Brasil, 83%, se destina ao mercado interno, sendo a carne exportada predominantemente na forma de cortes (ABCS, 2004). A produção de carne suína apresentou um crescimento de 116% na última década, contra 41% de crescimento na produção de carne bovina e 120% na produção de carne de frangos (BRASIL, 2004).

Dentre todas as indústrias de processamento de alimentos, a indústria de carnes é um segmento grande, comum a vários países que gera uma grande quantidade de resíduos com elevado potencial poluidor e que requer tratamento adequado antes de seu despejo no meio ambiente (JOHNS, 1995). Esses efluentes são muito prejudiciais ao ambiente, pois possuem grande quantidade de matéria orgânica biodegradável e seu lançamento direto nos cursos de água provoca a desoxigenação dos rios e contaminação de águas subterrâneas.

A indústria de carnes é composta por abatedouros ou matadouros, que são estabelecimentos onde se procede à matança dos animais e o preparo de carcaças e vísceras; e por salsicharias ou indústrias de processamento, que são estabelecimentos de industrialização de produtos cárneos, podendo haver, no mesmo estabelecimento, mais de uma atividade combinada (SILVEIRA, 1999).

Os estabelecimentos de abate de animais e processamento de carnes apresentam grande potencial poluidor para a água e médio potencial para poluição de ar e solo. A classificação do potencial poluidor do estabelecimento leva em conta ainda o tamanho das instalações, sendo os pequenos empreendimentos considerados com potencial poluidor classe I, os médios, classe II e os grandes empreendimentos, classe III (COPAM, 1990).

Os abatedouros constituem a categoria onde se concentra o maior potencial poluidor no processamento de carnes (JOHNS, 1995; SILVEIRA, 1999). Estes estabelecimentos são classificados de acordo com a espécie e quantidade de animais abatidos, sendo os de bovino os de maior importância, pois são encontrados desde pequenos municípios, muitas vezes de caráter público, a grandes centros econômicos. Outro segmento

que vem apresentando importância crescente é o abate de suínos, consorciado ou não com o abate bovino (PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

A implantação de um setor de processamento de carnes junto aos abatedouros, em especial os de pequeno e médio portes, tem melhorado a competitividade destas empresas. Neste setor os cortes menos nobres e carnes com baixo valor comercial são processados, gerando produtos de maior valor que o da carne original (SILVEIRA, 1999).

O aproveitamento de subprodutos e a destinação de seus resíduos tem sido um problema para as empresas de pequeno e médio porte, o que gera um desequilíbrio na concorrência com os grandes estabelecimentos. A utilização de subprodutos, além de reduzir os custos de produção devido a uma melhor utilização de recursos, implica na redução do impacto ambiental causado pela empresa (SILVEIRA, 1999; LIU e OCKERMAN, 2001).

A indústria de carnes vem usando de forma eficiente os seus subprodutos, transformando-os em produtos comestíveis ou não. Hoje, com o aumento da preocupação sobre saúde e meio ambiente, várias pesquisas têm sido realizadas de forma a permitir um processamento mais eficiente e a melhor utilização destes subprodutos (LIU e OCKERMAN, 2001).

2.2. Abatedouros

O processo de abate é o primeiro passo na produção de carne, que afeta diretamente a quantidade e qualidade de produto obtido (PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001). Abates conduzidos com recepção, manejo, insensibilização e sangria adequados, previnem sofrimentos desnecessários ao animal e vêm sendo aplicados nos países desenvolvidos desde que se observou a sua influência na qualidade final da carne (GRANDIN, 2000). Este processo de abate, por considerar o aspecto humanitário (ético/moral) na matança do animal, é denominado *abate humanitário*, e pode ser definido como o conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantem o bem-estar dos animais desde o embarque na propriedade rural até a operação de sangria no abatedouro-frigorífico (PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001; GOMIDE et al., 2006).

Os matadouros-frigoríficos estão sujeitos à legislação e à fiscalização, exigindo normas sobre as condições mínimas para a sua implantação e funcionamento (BRASIL, 1971; BRASIL, 1995). O principal documento que normatiza o abate de animais no Brasil é o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que abrange aspectos higiênicos, sanitários e tecnológicos relativos a carnes, aves, pescados, ovos, leite, mel e cera de abelha. Segundo o RIISPOA, matadouros-frigoríficos são estabelecimentos dotados de instalações completas e equipamentos adequados ao abate, manipulação, elaboração, preparo e conservação das espécies de açougue sob variadas formas, com aproveitamento completo, racional e perfeito, de subprodutos não comestíveis (BRASIL, 1997).

O principal produto oriundo do matadouro é a carcaça dos animais de abate, sendo também comercializados os subprodutos comestíveis, em especial as vísceras vermelhas (fígado, rins, coração e pulmão), vísceras brancas (tripas e bucho) e miúdos externos (rabada e mocotó), podendo ser utilizados para comercialização direta ou na formulação de produtos derivados. Além disso, são comercializados os subprodutos não comestíveis para a fabricação de rações, de produtos farmacêuticos, de adubos e de artesanato (PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

Carne pode ser definida como todo e qualquer tecido animal, principalmente o muscular, propício para consumo humano, incluindo também as glândulas e órgãos: língua, fígado, coração, rins, cérebro, pele, entre outros. Todo produto processado ou elaborado a partir destes tecidos está incluído nesta definição (PARDI et al., 1995; GOMIDE et al., 2006).

Qualquer que seja a dimensão do abate, as instalações completas de um matadouro-frigorífico envolvem currais e anexos, sala de matança e subseções, instalações frigoríficas e sanitárias (BRASIL, 1971; BRASIL, 1995; GOMIDE et al., 2006) devendo haver também instalações para a recuperação de subprodutos e tratamento de resíduos (ASDRUBALI e STRADELI, 1969; CETESB, 1978 e MUCCILOLO, 1985).

2.2.1. Abatedouros de Bovinos

As principais etapas de abate de bovinos e os principais pontos de geração de resíduos estão apresentados na Figura 1.

Os cuidados para obtenção de carne de qualidade devem começar ainda na fazenda, com as etapas de seleção e transporte sendo realizadas com o mínimo de excitação e desconforto, a fim de poupar os animais de qualquer excitação, dor ou sofrimento (GRANDIN, 2000; CHAMBERS e GRANDIN, 2001). Essa preocupação visa minimizar o estresse pré-abate, que afeta a qualidade da carne obtida.

Tão importante quanto a qualidade da carne, é a qualidade da pele dos animais abatidos, uma vez que o couro constitui o subproduto mais valorizado no abate de bovinos. Neste sentido, problemas de contusões e feridas, causadas por maus tratos durante o manejo pré-abate, devem ser evitados para preservar a qualidade do couro obtido (OCKERMAN e HANSEN, 1994; PARDI et al., 1996; GOMIDE et al., 2006).

O manejo dos animais deve ser feito por pessoal treinado, de forma calma, sem o emprego de picanas elétricas ou de outros estimuladores que possam aumentar o estresse do animal ou vir a causar danos à sua pele, desvalorizando o couro (GRANDIN, 2000; GOMIDE et al., 2006).

No matadouro, as operações de abate se iniciam com a chegada dos animais, que devem ser descarregados o mais rápido possível. Os documentos são inspecionados durante o desembarque e os animais são conduzidos aos currais de chegada e seleção, onde são formados os lotes de abate e é realizada a inspeção *ante-mortem* (PARDI et al., 1995; PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001; BRESSAN et al., 2004).

Esta inspeção visa identificar o estado higiênico-sanitário dos animais, verificar as condições higiênicas dos currais e anexos, bem como identificar e isolar os animais doentes ou suspeitos. Os animais suspeitos de apresentarem doenças são encaminhados para currais de observação, onde recebem exame mais minucioso e os animais considerados aptos para a matança são conduzidos aos currais de matança, onde permanecem em jejum e dieta hídrica até o momento de abate (PARDI et al., 1995; GOMIDE et al., 2006).

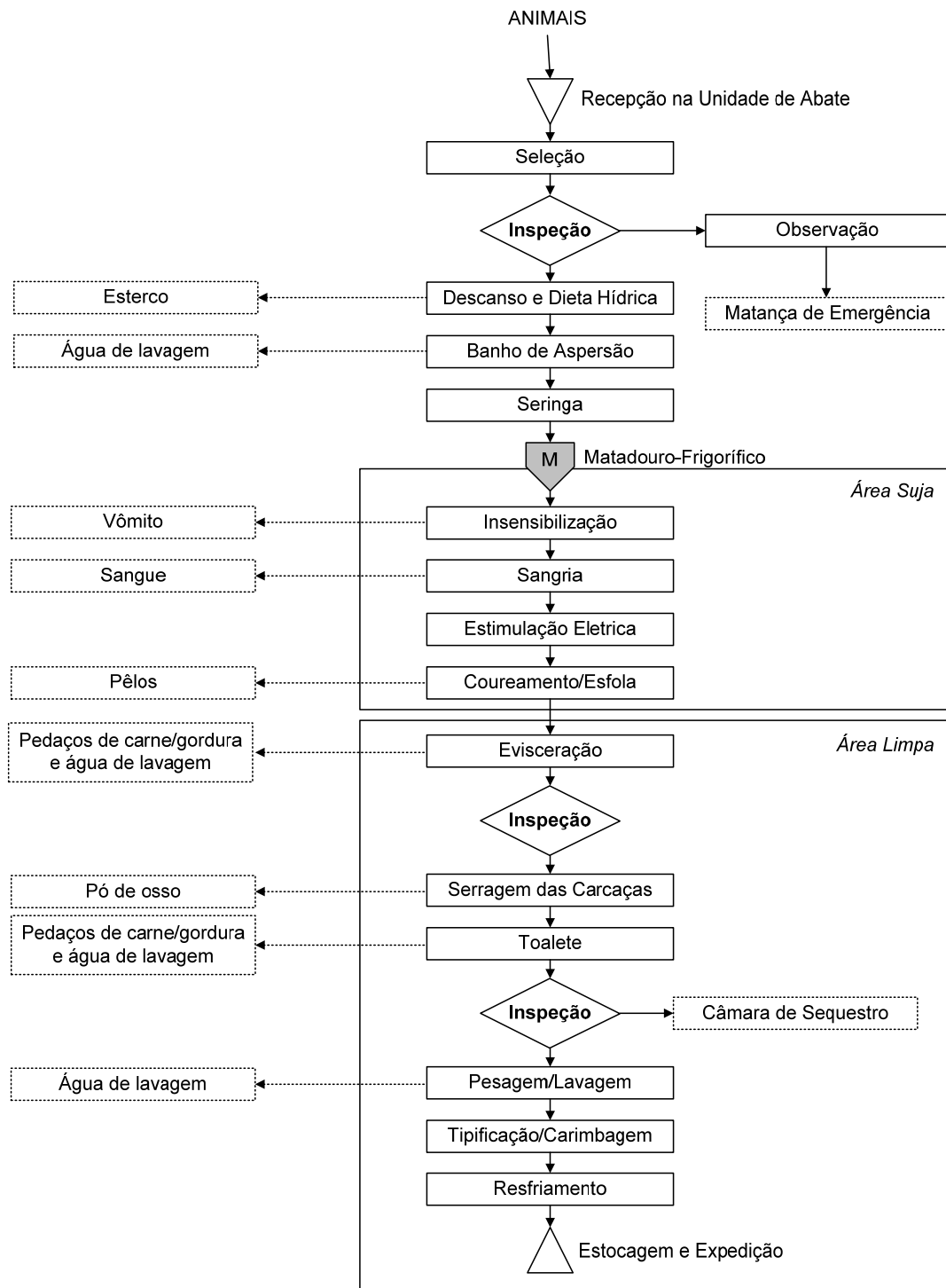


Figura 1 – Fluxograma do processo de abate de bovino, com os principais resíduos gerados em cada etapa (boxes pontilhados). (Adaptado de GOMIDE et al., 2006).

O período de descanso e dieta hídrica no matadouro compreende o tempo que os animais ficam retidos nos currais a fim de se recuperarem do estresse do transporte, de forma a prevenir alterações indesejáveis na qualidade da carne. Esta etapa promove um esvaziamento do trato gastrointestinal, reduzindo as chances de contaminação da carcaça durante a etapa de evisceração (CANHOS e DIAS, 1983; SNIJDERS, 1988; VARNAN e SUTHERLAND, 1995; GOMIDE et al., 2006).

Após o período de jejum e dieta hídrica adequado, os animais são conduzidos à sala de abate, passando por corredores dotados de chuveiros, onde sofrem um banho por aspersão de água potável hiperclorada, antes de terem acesso ao boxe de atordoamento, a fim de reduzir sujidades e o estresse pré-abate (BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

A primeira operação de abate é a insensibilização, que visa tornar o animal inconsciente, facilitando o manejo do animal antes de sua sangria e morte, sem, no entanto, lhe causar dor e angústia, sendo fundamental para a obtenção de uma carne de qualidade (PARDI et al., 1995; BRASIL, 2000; PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001). Esta etapa só não existe no caso de abates rituais, no qual os animais são abatidos através da degola do animal sem a insensibilização (GOMIDE et al., 2006).

O método de insensibilização mais comumente aplicado a bovinos é a concussão cerebral por dardo cativo, sendo considerado o mais eficiente e humano. Para uma adequada insensibilização os animais devem ser adequadamente contidos, sendo o boxe de insensibilização o meio de contenção mais comum (VARNAN e SUTHERLAND, 1995; BRASIL, 2000; PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001). Ao serem admitidos no boxe de atordoamento os animais são insensibilizados, caindo inconscientes na praia de vômito, onde são içados pela pata traseira esquerda, lavados por aspersão de água hiperclorada para remoção de vômitos e outras sujidades, e, então, conduzidos à operação de sangria (PARDI et al., 1995).

A sangria é efetuada pela abertura da barbela e secção dos grandes vasos do pescoço, permanecendo os animais pendurados sobre a canaleta de sangria por um período mínimo de três minutos para a remoção e coleta do sangue. Após a sangria, são realizadas as etapas de serragem dos

chifres, esfola do animal, sendo o couro encaminhado para a seção específica, e ablação e oclusão do reto, para evitar extravasamento de material fecal e contaminação da carcaça. Estas operações delimitam a chamada área suja (PARDI et al., 1995; ROÇA e SERRANO, 1996; PÉREZ-CHABELA e LEGARRETA, 2001; GOMIDE et al., 2006).

A primeira operação da área limpa consiste na remoção do cupim, quando do abate de zebuínos, e a abertura do pescoço com a liberação do esôfago, que é amarrado para evitar a contaminação da carcaça com o conteúdo ruminal. Promove-se, então a abertura do externo e a remoção do conjunto cabeça e língua, que é levado para a seção de inspeção de cabeças (PARDI et al., 1995; ROÇA e SERRANO, 1996; GOMIDE et al., 2006).

Em seguida é realizada a evisceração, sendo as vísceras e órgãos encaminhados para seções específicas após serem examinados e liberados por técnicos da inspeção. As carcaças são, então, serradas em duas meias-carcaças e submetidas a toalete final, onde ocorre a remoção de coágulos sangüíneos, gorduras excedentes e limpeza de contusões superficiais. As carcaças são pesadas, lavadas por aspensão com jatos de água hiperclorada a 38°C, carimbadas e, encaminhadas para as câmaras de refrigeração (PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

2.2.2. Abatedouros de Suínos

O processo de abate de suínos possui muitas semelhanças com o abate de bovinos, diferenciando-se principalmente nas operações pré-abate devido à grande susceptibilidade dos suínos ao estresse, o que implica em necessidade de tecnologia voltada especificamente para o trato destes animais desde a granja de criação até a sua chegada no estabelecimento de abate (SILVEIRA, 1999). Além disso, existem algumas diferenças na sala de matança e subseções, de forma a se adequar o processamento apropriado da carne o que, conseqüentemente, altera as características dos resíduos gerados. Deste modo, as principais etapas de abate de suínos e os principais pontos de geração de resíduos estão apresentados na Figura 2.

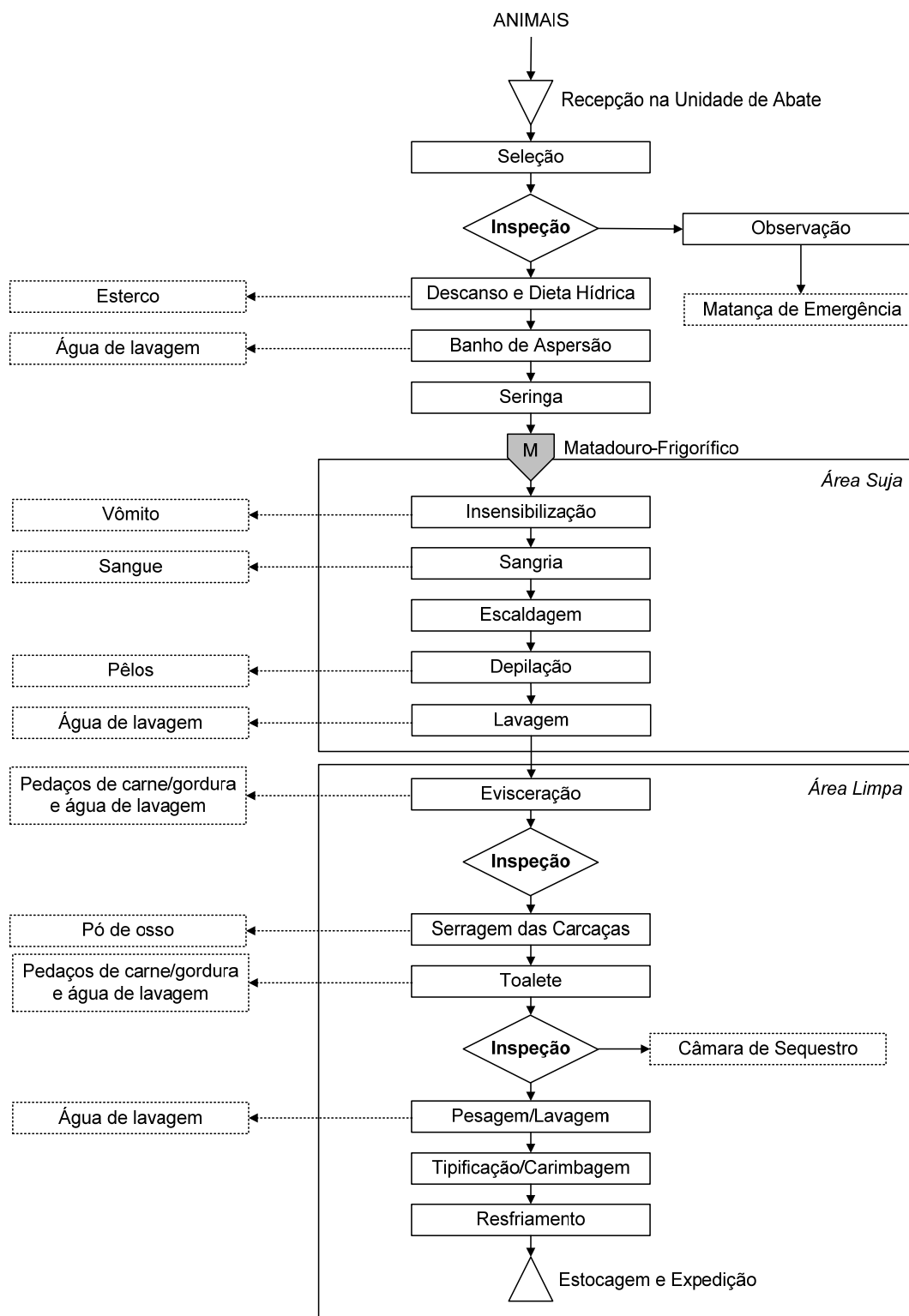


Figura 2 – Fluxograma do processo de abate de suínos, com os principais resíduos gerados em cada etapa (boxes pontilhados). (Adaptado de GOMIDE et al., 2006).

As operações pré-abate incluem todo o manejo envolvido antes do abate do animal, tanto na coleta, carregamento e transporte destes animais para o matadouro, como na recepção, seleção, espera e condução ao abate propriamente dito. Todas estas etapas induzem o animal a um estresse psicológico e fisiológico que tem conseqüências na qualidade final da carne (GRANDIN, 2000; GOMIDE et al., 2006).

Cuidados especiais são dedicados ao animal que vai ser transportado ao abatedouro, devendo o transporte ser efetuado em caminhões especiais, com densidade de animais adequada, em horários preferencialmente noturnos e sob dieta hídrica (GRANDIN, 2000). Apesar dos cuidados, têm sido relatados elevados índices de estresse, o que origina carne produzida com qualidade inferior (MARQUARDT, 1997), além de perdas econômicas, devido ao desenvolvimento de condições indesejáveis como a carne PSE, que se apresenta de cor cinza-rosada pálida, bastante mole e exsudativa, e a carne DFD, onde a carne apresenta cor vermelho púrpura escura, bastante firme e seca (GOMIDE et al., 2006).

O estresse animal também influi na qualidade ambiental devido à tendência de retenção de maiores níveis de sangue na carcaça animal durante o momento da sangria, gerando maiores resíduos ao longo do processamento (SILVEIRA, 1999).

De forma semelhante ao abate de bovinos, as operações de abate se iniciam com a chegada dos animais ao abatedouro, sendo estes encaminhados à área de espera, onde é realizada a inspeção *ante-mortem*. Os animais considerados aptos para a matança são conduzidos às baias de espera, onde permanecem em jejum e dieta hídrica até o momento de abate (PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

Ao serem conduzidos ao abate, os animais são submetidos a uma lavagem com água hiperclorada corrente, a fim de reduzir sujidades e reduzir o estresse pré-abate, além de aumentar a eficiência de insensibilização (PARDI et al., 1995; GOMIDE et al., 2006).

A primeira operação de abate é a insensibilização, sendo a eletronarose o método mais comumente aplicado a suínos no Brasil (BRASIL, 2000). Após a insensibilização os animais são içados pela pata

traseira e encaminhados para a sangria, através da secção dos grandes vasos do pescoço, permanecendo os animais pendurados sobre a canaleta de sangria por um período mínimo de três minutos para a remoção e coleta do sangue (BRASIL, 1995). Após a sangria, as carcaças devem ser escaldadas e depiladas, devendo a operação de depilação ser completada manualmente e as carcaças submetidas à lavagem antes da evisceração, delimitando a área suja do abatedouro (BRASIL, 1995; PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

A primeira operação da área limpa é a evisceração, que se inicia com a abertura da papada e a inspeção da cabeça e papada, seguida da evisceração da carcaça através da abertura das cavidades abdominal e torácica para a remoção das vísceras e órgãos, que são encaminhados para inspeção. As carcaças são, então, serradas em duas meias-carcaças e submetidas à toailete final, carimbagem e, encaminhadas para as câmaras de refrigeração (PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006).

2.3. Recuperação de Subprodutos

A recuperação de subprodutos é prática econômica indiscutível e evita que materiais sejam liberados ao ambiente como rejeitos. Nesta etapa ocorre acentuada diferenciação tecnológica entre as pequenas e as grandes empresas (SILVEIRA, 1999). Subprodutos correspondem a todos os produtos que não são diretamente destinados ao consumo e uso humanos (BRAILE e CAVALCANTI, 1979), sendo as operações de manipulação, recuperação e processamento de subprodutos, realizadas através de processos industriais secundários (CARAWAN e PILKINGTON, 1986). No caso da indústria de carnes, todas as partes do animal derivadas do abate, com exceção da carcaça, que apresentam valor econômico são consideradas subprodutos, distinguindo-se subprodutos comestíveis e não-comestíveis (PARDI et al., 1996).

Existem estimativas de que apenas 54% do boi e 62% do porco são diretamente consumidos pelo homem, sendo o restante do animal

classificado como produtos não comestíveis. Em função disso, o Brasil produz cerca de 3 a 4 milhões de toneladas de matéria animal não consumível diretamente pelo homem (BELLAVÉR, 2003).

A produção de subprodutos pressupõe a existência de quantidades mínimas de resíduos para que possam ser recuperados individualmente de forma econômica. O armazenamento dos resíduos para a formação de lotes economicamente viáveis, pode se tornar altamente oneroso e inconveniente devido a sua rápida deterioração. Além disso, deve se considerar a ociosidade dos equipamentos no caso de pequenos estabelecimentos. (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; PARDI *et al.*, 1996; LIU e OCKERMAN, 2001).

O sangue animal é um resíduo de elevado valor devido a grande quantidade de proteína e ferro heme, além de aminoácidos essenciais, vitaminas e sais minerais que apresentam alta digestibilidade. Pode ser utilizado direta ou indiretamente na alimentação humana, na elaboração de diferentes alimentos, especialmente embutidos, ou em outros produtos, como rações para alimentação animal e fertilizantes, o que o torna um importante subproduto do abate (PARDI *et al.*, 1996; LIU e OCKERMAN, 2001; ROMAY, 2001; BRESSAN, 2004). Os principais processos industriais para aproveitamento de sangue consistem no cozimento para obtenção de farinha de sangue, na desidratação para fabricação de sangue em pó ou no seu fracionamento para produção de plasma e massa celular (PARDI *et al.*, 1996; ROMAY, 2001). Em pequenos abatedouros, o sangue é normalmente coagulado ou pré-cozido por injeção direta de vapor e utilizado para a alimentação de suínos (SILVEIRA, 1999).

Os tecidos predominantemente gordurosos, bem como os de natureza protéica ou óssea com menor proporção de gordura, são beneficiados para obtenção de gorduras para fins alimentícios ou para outros fins industriais (PARDI *et al.*, 1996; PACHECO, 2007). Atualmente, grande destaque vem sendo dado ao emprego do sebo e de outras gorduras de origem animal como matéria-prima para fabricação de biodiesel. Recentemente, inaugurou no interior do estado de São Paulo, a primeira unidade industrial de produção de biodiesel a partir de sebo bovino, fazendo com que a cotação do sebo se elevasse (BIODIESEL, 2007).

O aquecimento, em condições específicas, dos tecidos gordurosos, ossos, sangue, aparas de carne, vísceras e outros resíduos resultantes das operações de abate de animais, além de dar origem às gorduras, gera também sólidos proteínicos, que são utilizados na produção de farinhas que são comercializadas para fábricas de rações animais (OCKERMAN e HANSEN, 1994, PARDI et al., 1996, BRESSAN, 2004; PACHECO, 2007). Em função da epidemiologia da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) e visando manter o Brasil livre desta doença, foi proibido o uso de proteínas e gorduras animais na elaboração de rações destinadas a ruminantes (BRASIL, 2004).

As peles dos animais de consumo, especialmente de bovinos, constituem o subproduto de maior valor comercial, podendo ser comercializadas *in natura* com os curtumes, com entrega diária, ou podendo ser salgados e armazenados para posterior comercialização (OCKERMAN e HANSEN, 1994; PARDI et al., 1996, SILVEIRA, 1999). As peles de suíno são geralmente comercializadas junto da carne. Entretanto, as mesmas podem ser comercializadas com curtumes para processamento de couros ou serem utilizadas para fabricação de gelatina ou cola, dentre outros subprodutos (OCKERMAN e HANSEN, 1994; PARDI et al., 1996; LIU e OCKERMAN, 2001).

Dentre os subprodutos comestíveis, destacam-se as vísceras e órgãos comercializados *in natura*, para consumo direto, ou utilizadas na elaboração de produtos cárneos (LIU e OCKERMAN, 2001; PACHECO e YAMANAKA, 2006a). As vísceras vermelhas (coração, rins, fígado e pâncreas) e as vísceras brancas (estômago e tripas) são encaminhadas para subseções específicas dentro do abatedouro, onde passam por um processo de limpeza e de processamento específico para a sua comercialização (PARDI et al., 1996, SILVEIRA, 1999; PACHECO, 2007).

Após a limpeza, as patas e cabeças podem ser comercializadas diretamente, ou serem encaminhadas para seção de processamento. O processamento de patas e cabeças ocorre em sala separada, onde são retirados o conteúdo muscular para comercialização e os ossos são separados para a graxaria ou para comercialização direta (PARDI et al., 1996, PACHECO, 2007).

2.4. Geração de Resíduos em Abatedouros

A vazão e a característica do efluente gerado por agroindústrias são dependentes, dentre outros fatores, do tipo e porte da indústria, dos processos empregados, do grau de reciclagem e da existência de pré-tratamento (VON SPERLING, 1996a).

É consenso que a agroindústria de carne tem o potencial de gerar grandes quantidades de resíduos líquidos, com alto teor de matéria orgânica (PARDI *et al.*, 1995; MASSE e MASSE, 2000; RAMOS, 2002; AL-MUTAIRI *et al.*, 2004), devido à presença de sangue, conteúdo estomacal, urina, aparas de carne, proteína solubilizada e gordura. O efluente gerado apresenta aspecto desagradável, de cor avermelhada, praticamente opaca e, em sua parte coloidal, contém microrganismos patogênicos, típicos da microbiota do trato intestinal dos animais (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; CARAWAN e PILKINGTON, 1986; PARDI *et al.*, 1995). Possui altos valores de DBO e alta concentração de sólidos em suspensão, que incluem pedaços de gordura, graxas, pêlos, esterco e ração, e temperatura elevada (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; MASSE e MASSE, 2000).

De modo geral, em um abatedouro são gerados três diferentes tipos de efluentes: proveniente do abate, que pode conter sangue, proteínas e lipídeos; proveniente da limpeza dos currais e triparia; e proveniente de esgoto de banheiros e lavatórios (MARTÍNEZ *et al.*, 1995). A composição desses efluentes é distinta, e os valores médios dos parâmetros físico-químicos característicos desses três tipos de efluentes gerados em um abatedouro de bovinos estão apresentados no Quadro 1.

A qualidade do efluente gerado em um abatedouro depende do tipo de animal abatido, das linhas de processamento existentes na planta, da quantidade de água consumida, bem como da coleta separada, ou não, de sangue (JOHNS, 1995; MASSE e MASSE, 2000).

Quadro 1 - Valores médios de parâmetros físico-químicos característicos dos diferentes tipos de efluente gerados em um abatedouro de bovinos, com capacidade para abater 650 animais/dia

Parâmetro	Efluente		
	Abate	Currais/Tripária	Esgoto
Fluxo (m ³ /d)	1900	800	200
Temperatura (°C)	29	23	20
DQO Total (mg.L ⁻¹)	6700	21000	730
DQO solúvel (mg.L ⁻¹)	2400	3600	550
SST (mg.L ⁻¹)	1900	12000	400
SSV (mg.L ⁻¹)	1600	10000	200
Gorduras (mg.L ⁻¹)	1200	1700	10
pH	6,5	7,5	7,5

Fonte: MARTÍNEZ et al. (1995).

Informações sobre as principais características do efluente de abatedouros (Quadro 2), obtidas na literatura, devem ser avaliadas com cautela devido às diferenças existentes entre as plantas. Entretanto, tais informações são úteis como um ponto inicial do processo de gestão de resíduos de forma a auxiliar na minimização da geração de resíduos e na adequação de projetos de sistemas de tratamentos (JOHNS, 1995).

Para um adequado controle do volume e carga poluente dos resíduos gerados durante um processamento é preciso uma compreensão da planta de processamento e dos fatores que influenciam a sua geração.

Nas etapas iniciais, os resíduos são gerados pela lavagem dos caminhões utilizados no transporte dos animais, pela limpeza dos currais e aspersão nos animais durante o acesso à sala de abate (SILVEIRA, 1999), sendo estimado um consumo de água per capita de 600 litros para bovinos e de 500 litros para suínos (BRAILE e CAVALCANTI, 1979). A carga poluente desse resíduo pode ser reduzida pela remoção a seco dos resíduos sólidos (fezes), seguida por pequena ou nenhuma lavagem (CARAWAN e PILKINGTON, 1986; AMORIM et al., 2007).

Quadro 2 – Características do efluente de diferentes abatedouros, em diferentes países, reportado na literatura

Características do abatedouro	Referências			
	BORJA et al. (1995)	MANJUNATH et al. (2000)	RAMOS (2002) ^a	CAIXETA et al. (2002)
Animais abatidos	Bovinos Suínos	Caprinos Ovinos	Suínos	Bovinos Suínos
Capacidade (animais/dia)	-	30	600	85 ^b
Efluente (m ³ /dia)	150	-	-	-
Parâmetros (mg/L)				
DBO	2.450	600 a 3.900	3.195	1.300 a 2.300
DQO	1.550	1.100 a 7.250	3.495	2.000 a 6.200
Gordura	-	125 a 400	-	40 a 600
SST	160	300 a 2.300	2.225	850 a 6.300
Nitrogênio	47	90 a 150	-	50 a 210
Fósforo	20	8 a 15	-	15 a 40

- Dado não apresentado; ^a Média de duas coletas; ^b Toneladas/dia

Na sala de abate realizam-se as operações de insensibilização, sangria, evisceração, limpeza e lavagem das carcaças, constituindo, juntas, a maior fonte de carga residual em uma planta de processamento de carne (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; SILVEIRA 1999), onde o sangue é o principal contribuinte, com uma DBO entre 150.000 e 200.000 mg/L (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; CARAWAN e PILKINGTON, 1986).

As operações de esfolagem e toaleta geram aparas de carne, couro, gordura, pêlos e materiais terrosos (PARDI et al., 1995). Já as etapas de serragem (remoção do chifre, abertura do externo e serragem das carcaças) liberam pó de ossos. A maioria destes resíduos entra no fluxo de efluentes durante operações de limpeza, sendo recomendada uma pré-limpeza a seco antes da lavagem e a instalação de grades na saída dos drenos da área de abate (CARAWAN e PILKINGTON, 1986).

Pó de osso é uma fonte considerável de poluição e contém uma alta concentração de fósforo. Este resíduo apresenta uma textura fina e quando diluído com água fica difícil de ser removido. Portanto, devem ser coletados em recipientes e encaminhados a seção de subprodutos, para produção de farinha de carne e osso (CARAWAN e PILKINGTON, 1986).

A limpeza do trato gastrointestinal constitui outra fonte importante de carga poluente, uma vez que o seu conteúdo apresenta uma elevada DBO, requerendo cuidados especiais no seu manuseio (CARAWAN e PILKINGTON, 1986; SILVEIRA, 1999; PACHECO e YAMANAKA, 2006a). Esse resíduo pode ser agrupado junto com a água de limpeza dos currais e da área de vômito por apresentarem características físicas e químicas bastante similares, sendo constituídos por resíduos vegetais em diferentes estágios de digestão (BRAILE e CAVALCANTI, 1979).

A água de limpeza da sala de abate contribui significativamente para a carga poluente total de DBO, uma vez que carrega resíduos como sangue e gordura (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; PACHECO e YAMANAKA, 2006a). Detergentes usados podem afetar a eficiência de remoção de gordura na caixa de gordura da planta de tratamento de efluentes (CARAWAN e PILKINGTON, 1986). Estima-se um consumo de 900 e 300 litros de água por cabeça de bovino e suíno, respectivamente, abatido na sala de matança (BRAILE e CAVALCANTI, 1979).

O principal fator que afeta o volume de água consumido são as práticas de lavagem. O consumo de água varia bastante de unidade para unidade, em função de vários aspectos como: tipo de unidade (só abate, abate e industrialização da carne, com/sem graxaria, etc.), tipos de equipamentos e tecnologias em uso, *lay-out* da planta e de equipamentos, procedimentos operacionais, entre outros (Quadro 3) (PACHECO e YAMANAKA, 2006a; AMORIM et al., 2007).

As etapas de abate, evisceração e processamento das vísceras, incluindo estômago e intestinos, respondem pelo maior consumo de água, usada principalmente para limpeza dos produtos e das áreas de processamento, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 3 – Consumo de água em diferentes estabelecimentos de abate de bovinos e suínos

Tipo de unidade	Consumo de água (L/cabeça)	
	Bovinos	Suínos
Abate	400 a 2.500	100 a 1.200
Abate + Industrialização da carne	1.000 a 3.000	500 a 1.500
Abate + Graxaria	1.700	-
Abate + Industrialização da carne + Graxaria	3.800	-

- Dado não apresentado;

Fonte: adaptado de PACHECO e YAMANAKA (2006a).

Quadro 4 – Consumo de água nas diferentes etapas do abate de animais

Etapa/Operação	Consumo total (%)
Recepção/Curral ou Pocilga/Seringa	7 - 22
Abate / Evisceração / Desossa	44 – 60
Tripária / Bucharria	9 – 20
Processamento das Vísceras	7 – 38
Graxaria	2 – 8
Compressores / Câmaras Frigoríficas	2
Caldeiras	1 – 4
Uso Geral	2 - 5

Fonte: PACHECO e YAMANAKA (2006a).

É importante ressaltar que boa parte (cerca de 50%) da água utilizada nos abatedouros é fixa, ou seja, independe de sua produção (PACHECO e YAMANAKA, 2006a), sendo que o restante depende de práticas operacionais, como limpezas com mangueiras, lavagens manuais dos animais e dos produtos (AMORIM et al., 2007).

2.5. Sistemas de Gestão Ambiental

No passado, as indústrias concentravam suas preocupações, exclusivamente, com a produção e os lucros, sendo que ações para proteger o meio ambiente eram insignificantes. Esta despreocupação foi responsável

pela ocorrência de comprometimentos ambientais irreversíveis (TOCCHETTO e PEREIRA, 2005a).

O surgimento de uma legislação ambiental constitui um importante instrumento de controle e fiscalização das atividades industriais, contribuindo para a melhoria da gestão das empresas, inclusive para a implantação de medidas que resultaram na redução do impacto ambiental. No entanto, os custos de disposição de resíduos ainda eram vistos como uma despesa operacional (TOCCHETTO E PEREIRA, 2005b).

Com a globalização da economia a competitividade aumenta e a margem de lucros diminui. Produzir muito pode significar gerar um grande volume de resíduos e conseqüentemente aumentar os custos com seu tratamento. Nesse contexto, o comportamento reativo das empresas é substituído pelo pró-ativo. As operações industriais, neste período, experimentaram mudanças radicais com implicações significativas, principalmente com a introdução das normas de gestão pela qualidade ambiental, a exemplo da série ISO 14000 (PEREIRA e TOCCHETTO, 2005).

As empresas adquiriram uma visão estratégica em relação ao meio ambiente, passando a percebê-lo como oportunidade de desenvolvimento e crescimento. As ações passaram a ser nas fontes geradoras de forma a minimizar a geração dos resíduos, reaproveitar o resíduo e, só em último caso, tratá-lo e dispô-lo de maneira segura (PHIPPS, 1995; AMUNDSEN, 1999).

As ações de prevenir e de controlar a poluição nos processos industriais estruturam-se nos conceitos de redução, reutilização e reciclagem de materiais, o que leva a benefícios como: diminuição dos desperdícios de produtos e de matéria-prima; economia de insumos (água, energia elétrica, combustíveis e outros); otimização no uso de produtos químicos; redução do volume de despejos; menores riscos de infrações e multas; aumento de produtividade; dentre outros (PHIPPS, 1995; CETESB, 2006; AMORIM et al., 2007). Todos esses ganhos fazem com que a empresa reduza, principalmente, os custos de implantação da estação de tratamento de efluentes, além da melhoria da imagem da empresa, com conseqüente aumento da competitividade (MACHADO et al., 2002; PEREIRA e TOCCHETTO, 2005).

A aplicação de técnicas de gestão, aliada às ferramentas e filosofias atuais como a "emissão zero" (PAULI, 1996), "tecnologia limpa" (CNTL, 1998) e "tecnologia mais limpa" (AMUNDSEN, 1999), tem propiciado consideráveis melhorias na redução da geração de resíduos nas indústrias de alimentos. Entretanto, esta redução está limitada em parte às necessidades de higienização na indústria (ANDRADE e MACEDO, 1996). Apesar das tecnologias disponíveis, ainda é elevado o despejo de resíduos, principalmente utilizando a água como veículo, em função do elevado consumo nas diferentes etapas de higienização (SILVEIRA, 1999; PACHECO e YAMANAKA, 2006a; AMORIM, 2007).

Assim como em várias indústrias do setor alimentício, os principais aspectos e impactos ambientais da indústria de carne e derivados estão ligados a um alto consumo de água, à geração de efluentes líquidos com alta carga poluidora, principalmente orgânica, e a um alto consumo de energia (BRAILE e CAVALCANTE, 1979; JOHNS, 1995; POHLMANN, 2004; AMORIM et al., 2007). Odor, resíduos sólidos e ruído também podem ser significativos para algumas empresas do setor (PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

O tratamento de efluentes impõe grandes custos às companhias, forçando-as a investigar alternativas que satisfaçam os requerimentos da legislação com baixos custos e o mínimo de investimento. A solução para este problema é o tratamento dos efluentes industriais e seu reuso em diferentes aplicações dentro da indústria, como água de resfriamento, água para descargas ou para irrigação de plantas (MANIOS, 2003; AMORIM et al., 2007).

O foco das modernas práticas de gerenciamento é o controle preventivo da geração de resíduos, que prevê a minimização da carga poluidora e redução do consumo de água na linha de processamento (JOHNS, 1995; MANIOS, 2003). Para tanto, uma avaliação constante do processo de produção é imprescindível, pois ajuda a reduzir as perdas de água e a identificar onde é possível fazer reciclagem (POHLMANN, 2004; AMORIM et al., 2007).

Estudos realizados por CARAWAN e PILKINGTON (1986) em uma planta de processamento de carne mostraram que medidas simples, como

treinamento de funcionários, substituição de equipamentos de limpeza, uso de sprays e válvulas automáticas e mudanças nos processos reduziram significativamente o consumo de água e a carga poluidora.

Outro aspecto que tem despertado interesse é o reuso da água, cada vez mais empregado pelas indústrias (MANIOS et al., 2003; FIESP/CIESP, 2006). O desafio é identificar as possibilidades de reuso de acordo com a realidade de cada indústria, e encontrar o tipo de tratamento necessário para transformar um efluente antes descartado em água de reuso. É desejável que a água possua baixa carga orgânica, baixo teor de sólidos totais, baixa contagem de microrganismos e seja livre de odores (POHLMANN, 2004).

Vários projetos estão sendo implantados em abatedouros com a finalidade de reuso da água em áreas que não necessitam de água potável. A maioria envolve um tratamento prévio da água antes do seu reuso (JOHNS, 1995). A indústria que deseja fazer o reuso do seu efluente deve planejar o sistema de tratamento de efluentes de forma a reduzir a necessidade de um tratamento complementar (POHLMANN, 2004).

AMORIM et al. (2007) sugerem uma redução de 10 a 12% na quantidade de efluentes gerados em um abatedouro de aves através do reuso das águas servidas dentro da própria unidade, como o emprego da água de descongelamento das câmaras de congelamento para lavagem de gaiolas e caminhões, ou da água de rinsagem dos equipamentos sendo utilizada como água de pré-lavagem da seção de subprodutos.

2.6. Sistemas de Tratamento de Resíduos

Apesar de todos os esforços feitos para minimizar a geração de resíduos pela indústria, a atividade de abate gera uma quantidade significativa de despojos que devem ser tratados antes de serem lançados na natureza a fim de minimizar seu impacto sobre o meio ambiente e atenderem às legislações ambientais (PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

A seleção e o dimensionamento do sistema de tratamento devem levar em conta seus objetivos, ou seja, quais requisitos devem ser atingidos. Estes parâmetros são regulados por legislação específica, levando em conta

o impacto do seu lançamento no corpo receptor, podendo também ser estabelecidos pela indústria, desde que satisfaça as exigências da legislação.

Para uma maior eficiência do sistema de tratamento é comum haver a separação entre resíduos sólidos e resíduos líquidos, sendo cada um encaminhado ao tratamento adequado.

2.6.1. Tratamento dos Efluentes Líquidos

Em abatedouros, assim como em vários tipos de indústria, o alto consumo de água acarreta em grandes volumes de efluentes, uma vez que aproximadamente 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido (PACHECO e YAMANAKA, 2006a). Estes efluentes caracterizam-se principalmente por apresentarem alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal não-digerido e conteúdo intestinal; altos conteúdos de gordura, nitrogênio, fósforo e sais, bem como por apresentarem flutuações de pH e temperatura, devido à alternância entre produtos de limpeza ácidos e alcalinos e ao uso de água quente e fria, respectivamente (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; JOHNS, 1995; MARTINEZ et al., 1995; PACHECO e YAMANAKA, 2006).

No abate de animais, diversos processos, operações e ocorrências contribuem para a geração de efluentes líquidos. Para a definição do volume de controle e carga poluente dos resíduos gerados durante o abate é preciso uma compreensão do seu fluxograma e dos fatores que influenciam a sua geração (CETESB, 1978; BRAILE e CAVALCANTI, 1979; SILVEIRA, 1999).

A tendência atual para o tratamento de efluentes industriais é a revisão dos processos tecnológicos, com a adoção de novas tecnologias, eliminação de resíduos e aplicação de noções de qualidade total, de forma que, ao final, o processo tenha um produto com menor custo e produzido com a menor geração de resíduos possível (PHIPPS, 1995). Uma vez resolvidos os problemas de processo (aproveitamento de subprodutos) e conhecidas as características do efluente, deve-se analisar os dados disponíveis de forma a escolher a alternativa mais adequada ao tratamento (SILVEIRA, 1999).

O tratamento dos efluentes líquidos visa, principalmente, atender às exigências da legislação ambiental, permitir a recuperação ou reutilização da água e melhorar a imagem da empresa, pois a qualidade dos produtos também está associada à qualidade ambiental da empresa (DONAIRE, 1995; CARVALHO, 1997).

Os processos de tratamento existentes podem ser classificados em físicos, onde há predominância de fenômenos físicos; químicos, onde há utilização de produtos químicos; ou biológicos, que dependem da ação dos microrganismos presentes (JORDÃO e PESSOA, 1995; VON SPERLING, 1996b; TCHOBANOGLOUS et al., 2003).

Na prática, os processos são classificados em tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário, em função do grau de redução dos sólidos em suspensão e da demanda bioquímica do oxigênio, como apresentado no Quadro 5 (JORDÃO e PESSÔA, 1995; VON SPERLING, 1996; TCHOBANOGLOUS et al., 2003):

Quadro 5 - Níveis de tratamento dos esgotos

Nível	Remoção
Preliminar	-Sólidos em suspensão grosseiros.
Primário	-Sólidos em suspensão sedimentáveis; -DBO em suspensão.
Secundário	-DBO em suspensão não removida no primário; -DBO solúvel.
Terciário	-Nutrientes; -Microrganismos patogênicos; -Compostos não biodegradáveis; -Metais pesados; -Sólidos inorgânicos dissolvidos; -Sólidos em suspensão remanescentes.

Fonte: VON SPERLING, 1996b.

A aplicação dos diversos processos de tratamento (tecnologias) em diferentes combinações, caso a caso, constitui a complexidade do tratamento de resíduos. A cada combinação obtida denomina-se sistema de tratamento, o qual, transformado em projeto e executado, deve minimizar os efeitos indesejados dos resíduos liberados (poluição) por uma empresa ao meio ambiente (SILVEIRA, 1999). Os principais sistemas de tratamento de

efluentes empregados por abatedouros serão discutidos sucintamente a seguir.

Qualquer que seja o sistema de tratamento empregado este é inicialmente composto por unidades que visem à separação dos sólidos contidos no efluente (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; PARDI et al., 1995; BRESSAN, 2003), seguidos de uma etapa biológica para remoção da matéria orgânica dissolvida e em suspensão presentes no efluente (TCHOBANOGLIOUS et al., 2003). O sistema de tratamento pode variar de empresa para empresa, mas um sistema típico de abatedouros geralmente possui duas linhas principais: linha verde, com os efluentes gerados nos currais/pocilgas, nas áreas de lavagem dos caminhões e na limpeza das vísceras brancas; e linha vermelha, com 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 (SILVEIRA, 1999; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

Os efluentes gerados passam separadamente por unidades de tratamento preliminar e primário, onde é feita a remoção de sólidos grosseiros, suspensos, sedimentáveis e flotáveis a fim de evitar abrasão nos equipamentos e tubulações, reduzir a possibilidade de obstruções e facilitar o transporte do líquido (IMHOFF e IMHOFF, 1996; VON SPERLING, 1996b). Geralmente empregam-se grades e peneiras, para remoção de sólidos grosseiros; caixas de gordura e, ou, flotores, para remoção de gordura e outros sólidos flotáveis; seguidos de sedimentadores, para remoção de sólidos sedimentáveis (TCHOBANOGLIOUS et al., 2003; PACHECO e YAMANAKA, 2006).

As duas linhas de efluente, após passarem pelo pré-tratamento, são misturadas em um tanque de equalização, a fim de absorver variações de vazões e de cargas poluentes dos efluentes líquidos a serem tratados, atenuando picos de carga para a estação de tratamento (MARTINEZ et al., 1995; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

O tratamento secundário para remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsionados, emprega principalmente sistemas biológicos, destacando-se os sistemas de lagoas de estabilização, processos anaeróbios, como filtros anaeróbios e reatores UASB, e sistemas de lodos

ativados, podendo haver o emprego, em série, de mais de uma unidade de tratamento secundário (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; JOHNS, 1995; VON SPERLING, 1996b; SILVEIRA, 1999; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

As lagoas de estabilização constituem a forma mais simples para o tratamento de efluentes, pois requerem poucos, ou nenhum, equipamentos. São muito indicadas para as condições brasileiras onde se tem grande disponibilidade de área e clima favorável, com elevadas temperaturas e insolações. O sistema consiste na retenção da água residuária por tempo suficiente para que haja a estabilização da matéria orgânica. Estão disponíveis diversas variantes deste sistema, com diferentes níveis de simplicidade e requisitos de área, como lagoas facultativas; lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas; lagoas aeradas facultativas; e, lagoas aeradas de mistura completa seguidas por lagoas de decantação (VON SPERLING, 1996c; TCHOBANOGLOUS et al., 2003).

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado para o tratamento de efluentes industriais, em situações em que são necessárias uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área. Este sistema possui um alto índice de mecanização, implicando em uma operação mais sofisticada e em maiores consumos de energia elétrica. O sistema é constituído por um tanque de aeração (reator), um tanque de decantação (decantador secundário) e um sistema de recirculação da biomassa removida no decantador secundário. Os sistemas de lodos ativados são classificados em função da idade do lodo em lodo ativado convencional e lodo ativado de aeração prolongada (VON SPERLING, 1997; TCHOBANOGLOUS et al., 2003).

Sistemas anaeróbios de tratamento empregam tecnologias simples e de baixo custo, onde os compostos orgânicos são degradados pela via anaeróbia, com baixa produção de sólidos (biomassa) e produção de biogás (metano), gás combustível de elevado teor calorífico, que deixa o reator e pode ser aproveitado pela indústria. Têm sido amplamente utilizados no tratamento de efluentes de indústrias agrícolas, alimentícias e de bebidas, especialmente através do emprego de sistemas compactos, como o reator UASB e o filtro anaeróbio (VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994; CHERNICHARO, 1997; CAIXETA et al., 2002; RAMOS, 2002).

O tratamento terciário só é empregado no caso de exigências técnicas e legais, promovendo remoção suplementar de sólidos, de nutrientes (nitrogênio, fósforo) e de organismos patogênicos (VON SPERLING, 1996b; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

2.6.2. Resíduos Sólidos

Muitos resíduos de abatedouros podem causar problemas ambientais graves se não forem gerenciados adequadamente, pois a maioria é altamente putrescível. O gerenciamento destes resíduos pode ser crítico, principalmente para pequenas empresas, que carecem de recursos e onde o processamento interno dos resíduos muitas vezes é inviável (PACHECO e YAMANAKA, 2006b).

Dentre os resíduos sólidos gerados por processos industriais destacam-se os lodos resultantes de processos de tratamento efluentes, os resíduos gerados pelo descarte de embalagens de produtos intermediários ou materiais não aproveitados e, também, o lixo proveniente de setores administrativos (SILVEIRA, 1999). A utilização de sistemas de gerenciamento ambiental adequados, como tecnologias limpas ou prevenção a poluição, tende a reduzir a geração de rejeitos (PHIPPS, 1995; MAIMON, 1996).

As carnes reprovadas pelo sistema de inspeção, que não permitem o aproveitamento condicional por representar riscos à saúde pública, devem ser destruídas em incineradores ou esterilizadas em digestores (PARDI et al., 1995; BRESSAN, 2003).

Os principais tratamentos para os resíduos sólidos são: aterro sanitário, disposição em solo (como adubo), compostagem ou incineração (SILVEIRA, 1999; TCHOBANOGLIOUS et al., 2003).

2.7. Sistemas de Informação

De forma simplificada, pode-se dizer que um sistema de informação é um conjunto de funções integradas voltadas para a transformação de dados

em informações (ALVES et al., 2004). Pode-se ainda dizer que sistemas de informação são sistemas que, por meio de coleta e tratamento de dados, geram e disseminam as informações necessárias aos diversos níveis e processos industriais (CHAVES e FALSARELLA, 1995; ALVES et al., 2004). Geralmente, estes sistemas são baseados em programas de computador, que apóiam as funções operacionais, gerenciais e de tomada de decisão, sendo utilizados para alcançar os objetivos e as metas de suas áreas funcionais (CHAVES e FALSARELLA, 1995).

Segundo BEAL (2001), os sistemas de informação mais modernos oferecem às empresas oportunidades sem precedentes para melhoria dos processos internos e dos serviços prestados ao consumidor final. Entretanto, nas pequenas e médias empresas o processo de informatização é normalmente conduzido de maneira não planejada, refletindo as pressões sofridas pelas empresas.

Conforme pesquisa realizada pelo SEBRAE, em agosto de 2003, apenas 47% das micro e pequenas empresas do Estado de São Paulo encontravam-se informatizadas. Todavia, as estatísticas indicam que, a utilização dos equipamentos de tecnologia de informação está direcionada às funções operacionais e administrativas e não às atividades de tomada de decisões. Essa mesma pesquisa mostra que alguns setores ainda desconhecem os benefícios que a informatização pode trazer para o gerenciamento de seus negócios (SEBRAE, 2003).

Os sistemas de informação são formados pela combinação estruturada de vários elementos como: informação, que são os dados formatados, textos livres, imagens e sons; recursos humanos, que incluem pessoas que coletam, armazenam, recuperam, processam, disseminam e utilizam as informações; tecnologias de informação, englobando o hardware e o software usados no suporte aos sistemas de informação; e práticas de trabalho ou métodos utilizados pelas pessoas no desempenho de suas atividades, organizados de maneira que permita o melhor atendimento dos objetivos do sistema (CHAVES e FALSARELLA, 1995).

Um sistema é funcionalmente dividido em três partes distintas: entradas, processos e saídas. Eles são cercados por seu ambiente e freqüentemente incluem mecanismos de *feedback*, sendo que o responsável

pela tomada de decisão também é considerado parte do sistema (BRAGA, 2003; ALVES et al., 2004).

Segundo CHAVES e FALSARELLA (1995) e BRAGA (2003), os sistemas de informação podem ser classificados em cinco tipos:

1) Sistemas Transacionais, ou sistemas operacionais, ou eletrônico data processing (EDP), são sistemas necessários para o controle operacional das organizações, como os sistemas de folha de pagamento, contabilidade, controle de estoque e faturamento;

2) Sistemas de Informação Gerencial, ou management information systems (MIS), são sistemas que possibilitam a troca de informações entre gerentes, bem como a comparação com o que foi planejado.

3) Sistemas Executivos de Informação, ou executive information systems (EIS), fornecem informações à alta gerência, permitindo o acesso à informações, internas e externas à organização, que sejam relevantes para controlar os fatores críticos de sucesso, através de interfaces amigáveis e recursos de correio eletrônico, teleconferência e outros. Também fornecem dados detalhados sobre o passado, o presente e as tendências futuras da organização;

4) Sistemas Especialistas (SE), ou expert systems (ES), são sistemas que visam preservar e disseminar o conhecimento e as experiências que uma pessoa detém sobre determinada área do conhecimento, podendo fornecer soluções para determinados problemas ou informações para auxiliar no processo de tomada de decisão; e,

5) Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), ou decision support systems (DSS), são sistemas desenvolvidos para dar apoio em situações de decisão semi-estruturada.

Sistemas de apoio à decisão são criados para auxiliar os tomadores de decisões e estender suas capacidades, mas não para substituir seus julgamentos. A tomada de decisão é um processo de escolha entre diferentes alternativas de ação, com o propósito de alcançar um ou mais objetivos, e pode ser dividido em quatro fases principais: coleta de informações; estruturação do problema; escolha da melhor alternativa de ação; implementação desta alternativa (TURBAN, 1983).

Sistemas de apoio à decisão podem ser considerados a nova geração de sistemas de informação, cujo objetivo é descobrir o que aconteceria se uma série de decisões fosse tomada, fornecendo informações que auxiliem o administrador na tomada de decisões. São sistemas baseados em computadores que ajudam na tomada de decisões de problemas não-estruturados através da interação direta entre dados e modelos de análises (ADENSO-DIAZ et al., 2005). Os sistemas de apoio à decisão devem ser capazes de integrar diferentes campos de conhecimento de forma sistemática e utilizar estas informações para auxiliar na resolução de problemas pouco estruturados, como é o caso em situações ambientais (LUO e HUANG, 1997)

Para auxiliar no processo de tomada de decisão, o sistema deve fornecer informações e também analisar alternativas, propor soluções, pesquisar o histórico das decisões tomadas e simular situações. O processo de tomada de decisão desenrola-se por meio da interação constante com o usuário, com um ambiente de apoio à decisão desenvolvido especialmente para dar subsídio às decisões (CHAVES e FALSARELLA, 1995).

Sistemas de apoio à decisão ambiental são sistemas de informação inteligentes que melhoram o tempo em que as decisões são tomadas, bem como a consistência e qualidade destas decisões, expressas em quantidades características do campo de aplicação (ADENSO-DIAZ et al., 2005).

De acordo com POCH et al. (2004), devido à complexidade dos problemas ambientais, faz-se necessário o desenvolvimento e aplicação de ferramentas que sejam capazes de integrar os procedimentos de cálculo com a experiência dos especialistas, tornando os sistemas de apoio à decisão ambiental uma ferramenta promissora.

Existem diversos campos de aplicação para os sistemas de apoio à decisões ambientais, podendo ser aplicados na análise de impacto ambiental e no gerenciamento de recursos hídricos (SIMON et al.,2004), no gerenciamento de resíduos (LUO e HUANG, 1995; LUO e HUANG, 1997), bem como na seleção de tecnologias para sistemas de tubulações subterrâneas (GOKHALE e HASTAK, 2000).

2.7.1. Sistemas Multimídia

Um dos aspectos, geralmente, enfatizados em discussões sobre sistemas de apoio a processos decisórios é a necessidade de facilitar seu uso. Dentre os sistemas com interfaces amigáveis, cuja construção é facilitada por desenvolvimentos recentes na tecnologia computacional destacam-se os sistemas multimídia (FONSECA FILHO, 1998). Estes sistemas permitem a integração de vários tipos de informações, como textos, números, desenhos, símbolos, imagens de exploração, botões rotulados e cliques de áudio e vídeo, podendo ser manipulados na forma digital (MAURER, 1993).

Os sistemas de multimídia claramente devem fornecer não somente uma combinação de vários tipos de informação, como também acesso conveniente a essa informação. Se o sistema permite que o usuário controle quando e quais elementos serão transmitidos, temos a multimídia interativa. Se o sistema fornece uma estrutura de elementos vinculados pela qual o usuário pode mover-se, a multimídia interativa torna-se hipermídia (VAUGHAN, 1994). De modo geral, a noção de multimídia está ligada a uma maneira de apresentar e recuperar informações de forma não linear, segundo um modelo de redes, compostas por nós interconectados (FONSECA FILHO, 1998).

A multimídia realça as interfaces tradicionais e produz benefícios mensuráveis, ganhando e mantendo a atenção e o interesse, o que inevitavelmente promove a retenção melhorada de informações (VAUGHAN, 1994). A característica da multimídia, semelhante aos nossos esquemas mentais, na busca intuitiva de informações, tem levado os projetistas de software a pesquisarem e desenvolverem interfaces de software, baseados neste paradigma (FONSECA FILHO, 1998).

O objetivo de se utilizar um sistema multimídia é aproveitar os recursos para prender a atenção do usuário, conseguindo fixar os conceitos necessários de maneira diferente do convencional, associando imagens, sons e textos com conceitos de determinada área específica (ANTUNES, 2003). Deste modo, um sistema multimídia para apoio à decisão pode ser utilizado como uma ferramenta de treinamento, proporcionando mais

aprendizagem e disseminando informações, pois contém o conhecimento de especialistas de determinada área. Esse conhecimento é difundido por um programa de computador para outros não-especialistas, em outros locais onde, até então, não era possível a solução de alguns problemas. Ao utilizar esses conhecimentos para facilitar o processo de tomada de decisão, enriquece as conclusões sobre tal decisão e pode concentrar-se em outros pontos de determinado problema. O computador pode ser utilizado para transferência de tecnologias (Pozza, 1998, citado por ANTUNES, 2003).

Nos últimos anos, alguns sistemas multimídias, específicos para a indústria de alimentos, foram desenvolvidos no Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV como o PAS - Programa Alimentos Seguros - Ferramentas para Implantação do Sistema APPCC e das Boas Práticas (SEBRAE et al., 2002) e Sistema Multimídia para Gerenciamento Ambiental em Laticínios (SILVA, 2006). Outros estão próximos de serem lançados no mercado como o Sistema Multimídia de Apoio à Decisão em Procedimentos de Higiene, para Unidades de Alimentação e Nutrição, denominado *CleanUp* (ANTUNES, 2003) e Sistema Multimídia de Apoio à Decisão na Fabricação de Queijo Coalho com Qualidade, *Coalho Quality* (CAVALCANTE, 2005).

Existem também sistemas especialistas, específicos para a indústria de alimentos, como o SISTSAN, sistema especialista para seleção de procedimentos de higiene e sanificação para laticínios (SPROESSER, 1991); o ACQUA_SIST, sistema especialista, aplicado ao controle e tratamento de água na indústria de alimentos (MACÊDO, 1994) e o BAC-SIST, sistema especialista para diagnose de toxinfecções de origem bacteriana, destinado, principalmente, aos administradores de serviços de alimentação (FREITAS, 1995).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema multimídia para gerenciamento de resíduos de abatedouros foi desenvolvido com sistema de navegação semelhante ao de internet, estruturado em diferentes módulos.

A construção do sistema multimídia envolveu quatro etapas: aquisição do conhecimento, organização do conhecimento, desenvolvimento dos ambientes e avaliação do sistema multimídia, conforme descritas subseqüentemente.

3.1. Aquisição do conhecimento

Esta etapa foi constituída pela obtenção de informações necessárias à construção do sistema multimídia e que compõem os seus ambientes.

O conhecimento para o desenvolvimento do sistema foi adquirido a partir de revisão de literatura, e da consulta a outros sistemas multimídia já disponíveis, como o sistema Ferramentas para Implementação do APPCC (SENAI, 1998); WinDiet (ESTEVES, 1996); CleanUp/UFV (ANTUNES, 2003); Coalho Quality/UFV (CAVALCANTE, 2005) e SIMGA, Sistema de Gerenciamento Ambiental em Indústrias de Laticínios (SILVA, 2006).

A aquisição de conhecimentos sobre os diferentes componentes do sistema (ambientes) foi feita a partir da consulta a especialistas da área e, principalmente, de extensa revisão de literatura, em livros, periódicos e internet, conforme detalhado a seguir:

- *Sistemas de Gerenciamento Ambiental*: princípios e principais ferramentas (PHIPPS, 1995; PAULI, 1996; CARVALHO, 1997; CNTL, 1998; AMUNDSEN, 1999; MANIOS, 2003; POHLMANN, 2004; PEREIRA e TOCCHETO, 2005; CETESB, 2006; FIESP/CIESP, 2006; PACHECO e YAMANAKA, 2006).

- *Processo de Abate*: Fluxograma e descrição do processo de abate de bovinos e suínos; descrição das principais etapas, enfocando os resíduos gerados (BRASIL, 1971; CANHOS e DIAS, 1983; SNIJDERS, 1988; OCKERMAN e HANSEN, 1994; BRASIL, 1995; PARDI et al., 1995; VARNAN e SUTHERLAND, 1995; ROÇA e SERRANO, 1996; BRASIL, 1997; BRASIL, 2000; ABERLE et al., 2001; CHAMBERS e GRANDIN, 2001; GOMIDE et al., 2006).

- *Aproveitamento de Subprodutos*: descrição dos principais subprodutos gerados em um abatedouro, abordando alternativas para seu aproveitamento (OCKERMAN e HANSEN, 1994; PARDI et al., 1996; BRESSAN, 2004; LIU e OCKERMAN, 2001; PACHECO e YAMANAKA, 2006a; PACHECO e YAMANAKA, 2007).

- *Sistemas de Tratamento de Efluentes*: descrição dos principais sistemas de tratamento de efluentes empregados pelos abatedouros (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; JOHNS, 1995; CHERNICHARO, 1997; VON SPERLING, 1996a; VON SPERLING, 1996b; VON SPERLING, 1996c; VON SPERLING, 1996d; SILVEIRA, 1999; RAMOS, 2002; TCHOBANOGLOUS et al., 2003; PACHECO e YAMANAKA, 2006a; PACHECO e YAMANAKA, 2007).

3.2. Organização do conhecimento

As informações obtidas foram organizadas e divididas em diferentes módulos, onde foram estruturadas de forma hierárquica, sendo apresentada em itens e subitens, conforme descritos a seguir:

Apresentação do sistema - Constitui a tela inicial do sistema para a qual o usuário será direcionado. Neste ambiente o usuário encontrará

informações a respeito do sistema multimídia e *links* de acesso aos outros ambientes e aos itens de apoio.

Módulo 1: Gerenciamento Ambiental

Módulo 2: Processo de Abate

Módulo 3: Subprodutos

Módulo 4: Sistemas de Tratamento

Módulo 5: Sistemas de Apoio à Decisão

Além disso, foram criados itens de apoio que visam facilitar o uso do sistema, conforme descritos a seguir.

- “*Glossário*”: ambiente composto por um glossário com alguns termos utilizados no sistema, contendo ainda uma galeria de imagens e fotos e uma lista com as dúvidas mais freqüentes em relação aos assuntos descritos no sistema. Esse ambiente pode também ser acessado a partir de diferentes pontos do sistema, através de *links* feitos pelos termos que constam no glossário.

- “*Saiba Mais!*”: ambiente que contém referências bibliográficas e *links* de internet, separados por assunto, para que o usuário possa buscar mais informações a respeito do assunto que lhe interessar, inclusive a legislação vigente.

- “*Contato*”: ambiente que contém uma breve descrição da qualificação dos profissionais envolvidos no desenvolvimento do sistema multimídia, com *links* de acesso ao editor de mensagens eletrônicas (e-mail) possibilitando o contato com os consultores.

Em todo o sistema foram determinados os pontos onde as informações se complementam (*links*) para facilitar a localização do conhecimento pelo usuário do Sistema Multimídia.

3.3. Desenvolvimento do ambiente

Nesta etapa, foi construída a interface do sistema web, utilizando linguagens HTML e PHP, com base na organização do conhecimento. A ilustração textual, por meio de fotos, foi inserida para melhorar o

entendimento do conteúdo. A produção destas mídias desenvolveu-se após a elaboração do conteúdo e, paralelamente, à construção da interface.

3.4. Desenvolvimento dos Sistemas de Apoio à Decisão

As informações coletadas a respeito do gerenciamento de subprodutos e do dimensionamento de sistemas de tratamento de efluentes empregados em abatedouros de bovinos e suínos foram organizadas de forma a criar a base de dados utilizada na elaboração dos sistemas de apoio à decisão.

3.4.1. Gerenciamento de Subprodutos

Foi realizado um levantamento dos principais resíduos gerados durante as etapas de abate de bovinos e suínos e das possibilidades de aproveitamento destes resíduos na elaboração de subprodutos. Em seguida, avaliou-se os requisitos de qualidade dos subprodutos e as possibilidades de manejo de forma a otimizar o seu aproveitamento.

De posse destas informações foi elaborado um questionário estruturado que auxilia o usuário na análise das alternativas e busca por soluções para o melhor aproveitamento dos subprodutos. Informações adicionais sobre os subprodutos podem ser encontradas no módulo “*Subprodutos*” do sistema multimídia.

3.4.2. Dimensionamento de Sistemas de Tratamento

Foi realizado um levantamento dos principais sistemas de tratamento de efluentes empregados em abatedouros de bovinos e suínos, de pequeno e médio porte. Em seguida, foram definidos os modelos matemáticos e os parâmetros físicos e químicos do efluente empregados no dimensionamento destes sistemas.

De posse destas informações, foi elaborado um questionário estruturado que auxilia o usuário na análise das alternativas e busca por

soluções para a seleção do sistema de tratamento de efluentes a ser implantado pela indústria. Informações adicionais sobre os sistemas de tratamento de efluentes podem ser encontradas no módulo “*Sistemas de Tratamento*” do sistema multimídia.

3.5. Avaliação do sistema multimídia

O sistema multimídia foi avaliado, por 12 voluntários selecionados entre professores e estudantes dos Programas de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Na seleção dos voluntários foram preferidas pessoas que exercem atividades na área do objeto de estudo, ciência e tecnologia de carnes ou tratamento de resíduos

O sistema foi disponibilizado na internet no endereço <https://www2.pvanet.ufv.br/sistemas/efluente/SGRA.php>, tendo sido solicitado aos avaliadores que fizessem uso do sistema antes de avaliá-lo. A avaliação do sistema foi feita pela aplicação de um teste de aceitação baseado na Escala Likert (TROCHIM, 2000), modificada com os atributos próprios de escala hedônica, conforme proposto por ANTUNES (2003). Foram escolhidas frases para identificar os intervalos desta escala que variam de “extremamente bom”, quando o avaliador é positivamente favorecido pela ferramenta a ele apresentada, a “extremamente ruim”, quando o avaliador considerou que não é favorecido pela ferramenta. Além disso, considerou-se como não-avaliado quando o avaliador não teve a disponibilidade da ferramenta ou por falta do resultado.

Além das frases, foram atribuídos valores numéricos de 1 (um) a 9 (nove) aos atributos, para a análise dos resultados (ANTUNES, 2003). Estas informações estão apresentadas no modelo de ficha de avaliação (Item 3.6).

Na avaliação foram observadas informações sobre a interatividade, a navegação pelos ambientes, o funcionamento dos ícones e a qualidade das mídias. Na avaliação do conteúdo, procurou-se coletar informações sobre a qualidade e a quantidade dos textos e a seqüência das informações no

ambiente. Outro objetivo foi coletar a opinião do avaliador sobre cada módulo, após ter acessado todos os ambientes e explorado o conteúdo pertinente.

A adequação do ambiente também foi avaliada por meio de questões qualitativas complementares sobre os possíveis benefícios, obstáculos e mudanças significativas sugeridas pelo avaliador. Além disso, sugestões e críticas adicionais foram solicitadas.

3.6. Questionário de avaliação do Sistema Multimídia

AVALIAÇÃO DO SISTEMA MULTIMÍDIA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

Nome: _____
(preencha este campo se considerar necessário)

Após acessar o sistema multimídia no endereço <https://www2.pvanet.ufv.br/sistemas/efluente/SGRA.php> e explorar todos os módulos/ambientes que o compõem, responda o questionário a seguir assinalando a opção que melhor indica sua opinião, quanto ao tópico apresentado. Utilize como referência a seguinte escala:

Classificação da escala	Escore (nota)
Bom	9
	8
	7
Nem bom nem ruim	6
	5
	4
Ruim	3
	2
	1

1) Apresentação das telas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

2) Estética e qualidade gráfica dos ambientes.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

3) Cores e imagens na interface.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

4) Facilidade de navegação pelos ambientes por usuários não-treinados.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5) Legibilidade do texto.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

6) Qualidade das informações escritas.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

7) Qualidade das mídias (fotos digitais).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8) Seqüência lógica da apresentação do conteúdo.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9) Abordagem do assunto "**Gerenciamento de Resíduos**".

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

10) Quantidade de informação disponível para o entendimento do assunto.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

11) Adequação do conteúdo ao público-alvo

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

12) Avalie cada ambiente do Sistema Multimídia para Gerenciamento de Resíduos de Abatedouros. Use a classificação descrita anteriormente.

AMBIENTE	NOTA
Módulo: Gerenciamento Ambiental	
Módulo: Processo de Abate	
Módulo: Subprodutos	
Módulo: Sistemas de Tratamento	
Módulo: Sistemas de Apoio à Decisão	
Glossário	
Saiba Mais!	
Contato	

13) Avalie os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), em relação ao que se pede. Use a classificação descrita anteriormente.

SAD – Gerenciamento de Subprodutos	NOTA
Facilidade de uso por usuários não-treinados	
Qualidade das informações fornecidas	
Adequação do conteúdo ao público-alvo	
SAD – Dimensionamento do Sistema de Tratamento	NOTA
Facilidade de uso por usuários não-treinados	
Qualidade das informações fornecidas	
Adequação do conteúdo ao público-alvo	

QUESTÕES COMPLEMENTARES:

14) Para você qual benefício ou quais benefícios esse material pode proporcionar como suporte para o gerenciamento de resíduos de abatedouros.

- a. () Possibilidade de utilização para treinamento e desenvolvimento pessoal.
- b. () Orientar a gerência e demais funcionários no que se refere às práticas preventivas de controle ambiental facilitando o cumprimento da legislação.
- c. () Aumentar a competitividade dos pequenos e médios abatedouros, reduzindo as perdas de matéria prima, produtos acabados e insumos.
- d. () Aumentar interatividade entre gerência / equipe técnica / manipuladores.

e. () criar uma consciência ecológica em todos os níveis da empresa caminhando assim para o desenvolvimento sustentável.

f. () Outro(s). Qual(is)? _____

15) Assinale os possíveis obstáculos que você espera na utilização deste material pelos responsáveis por abatedouros.

a. () Falta de domínio no uso de computadores e seus recursos.

b. () Não entendimento do conteúdo.

c. () Problemas técnicos na utilização do material.

d. () Não participação.

e. () Outros. Qual(is)? _____

16) Assinale as mudanças mais significativas que você sugere para o material.

a. () Modificações no visual da interface.

b. () Modificações na forma de apresentação do conteúdo.

c. () Modificações no conteúdo propriamente dito.

d. () Modificações nas apresentações dos módulos.

e. () Outras. Qual(is)? _____

17) Para você, que outras informações e/ou, ferramentas poderiam ser acrescentadas ao ambiente.

18) Críticas e sugestões:

Muito Obrigada!!!

3.7. Análise dos Resultados

Os dados coletados das folhas de respostas preenchidas pelos avaliadores foram organizados e analisados por métodos estatísticos descritivos. Uma tabela foi estruturada com as freqüências e as porcentagens de respostas para cada atributo julgado. Através da freqüência das notas, foram determinadas a moda e as notas máximas e mínimas recebidas em cada questão. A partir destes valores foram construídos os gráficos relacionando as porcentagens das notas atribuídas a cada quesito avaliado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento do Sistema Multimídia

O sistema multimídia, desenvolvido para auxiliar no gerenciamento de resíduos de abatedouros de pequeno e médio porte (Figura 3), é composto por várias bases de conhecimento, divididas em cinco módulos interligados (Figura 4), que facilitam a compreensão e proporcionam rapidez no seu uso.

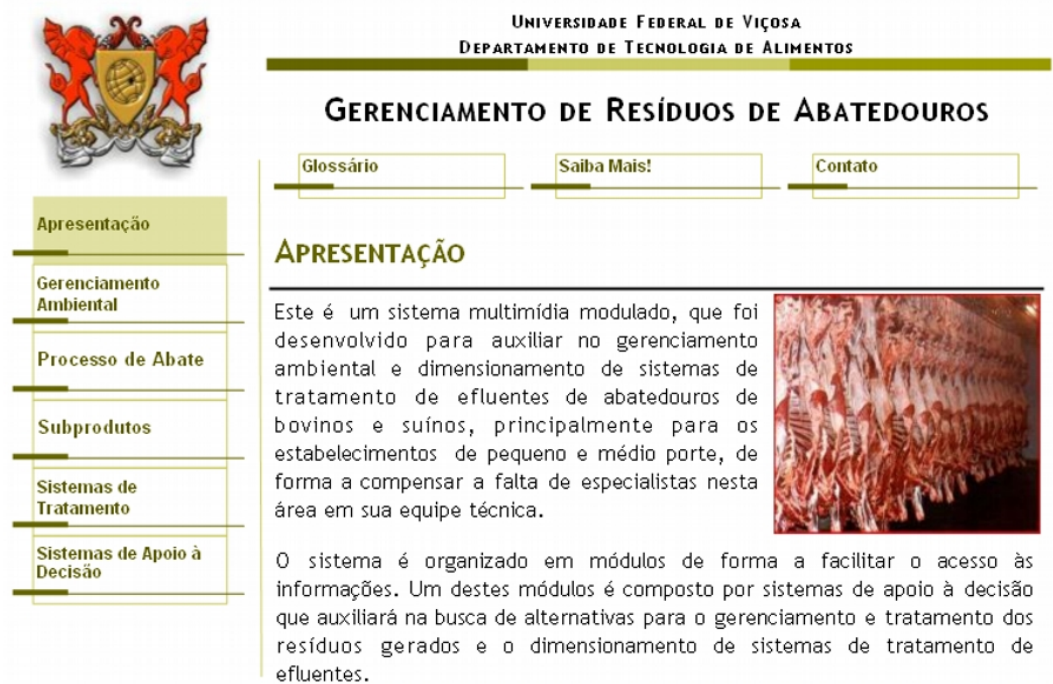


Figura 3 - Tela inicial do sistema multimídia

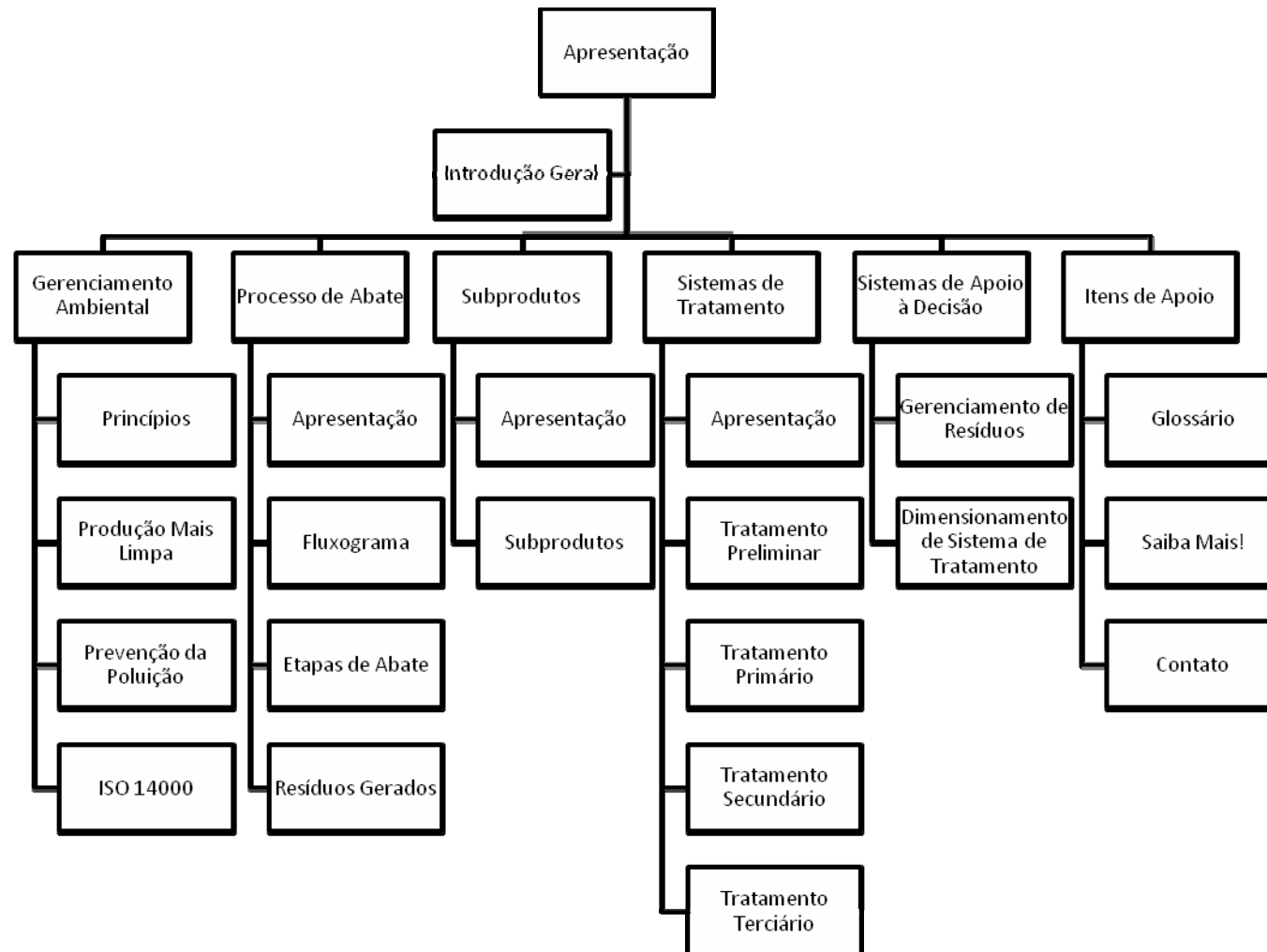


Figura 4 - Estrutura básica do sistema multimídia

Os módulos que constituem o sistema multimídia são: Gerenciamento Ambiental, Processo de Abate, Subprodutos, Sistemas de Tratamento e Sistemas de Apoio à Decisão. Além dos módulos, o sistema apresenta ainda itens de apoio como “Glossário”, “Saiba mais!” e “Contato”.

O último módulo, considerado o mais relevante do sistema, é constituído por dois sistemas de apoio à decisão, desenvolvidos a fim de auxiliar o usuário no gerenciamento dos resíduos do abatedouro e na seleção do sistema de tratamento de efluentes. Os demais módulos fornecem informações de apoio para a tomada de decisão e o treinamento dos usuários. Estes módulos contêm informações técnicas, conceitos e práticas relevantes sobre o processo de abate de animais, os resíduos gerados e a possibilidade de uso destes resíduos como subprodutos. O sistema ainda contém a descrição de sistemas de gerenciamento ambiental e de sistemas de tratamento de efluentes, comumente empregados em abatedouros.

O ambiente foi desenvolvido com sistema de navegação semelhante ao de internet, sendo que cada módulo foi estruturado de forma independente, de acordo com as particularidades do assunto abordado. Buscou-se minimizar a utilização de recursos multimídias pesados (vídeos) a fim de facilitar o acesso do sistema por usuários que utilizam internet discada, com baixa velocidade de acesso.

A programação visual do sistema foi desenvolvida de forma independente para cada módulo, levando em consideração seus conteúdos. Optou-se por utilizar cores frias, que dão conotação de limpeza e asseio, evitando a associação direta à sujeira.

4.1.1. Módulo “Gerenciamento Ambiental”

O principal objetivo deste módulo é familiarizar o usuário do sistema aos conceitos e técnicas empregados no gerenciamento ambiental, a fim de facilitar a adoção de medidas que auxiliem a reduzir o potencial poluidor da atividade. O módulo (Figura 5) contém a descrição do sistema de gerenciamento ambiental, abordando seus princípios e principais

ferramentas empregadas no gerenciamento ambiental de indústrias de alimentos, especialmente abatedouros.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

Glossário Saiba Mais! Contato

SISTEMAS DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL

O Sistema de Gerenciamento Ambiental corresponde a uma forma lógica, racional e planejada de controle ambiental, seja através da implementação de medidas para reduzir a geração de resíduos, através do reaproveitamento dos resíduos para a fabricação de novos produtos ou através do reuso de águas, bem como de qualquer outra medida que reduza o volume e o potencial poluidor dos resíduos.

Os objetivos da implantação de um sistema de gerenciamento são:

- > Preservar, proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente;
- > Contribuir para a saúde humana; e
- > Assegurar uma utilização prudente e racional dos recursos utilizados.

Princípios

Um Sistema de Gerenciamento Ambiental está fundamentado nos princípios de prevenção, reciclagem/reuso, otimização da disposição final e ações corretivas, seguindo essa ordem de importância. As premissas destes princípios serão descritas brevemente a seguir:

- > **Prevenção** - Qualquer prática, processo ou técnica que auxilie na redução ou eliminação em volume, concentração e, ou, toxicidade dos resíduos na empresa.

Figura 5 - Tela inicial do módulo “Gerenciamento Ambiental”

Após a descrição do que vem a ser um sistema de gerenciamento ambiental e quais seus objetivos, é feita uma apresentação dos princípios do Sistema de Gerenciamento Ambiental, contendo a descrição dos quatro princípios básicos: prevenção, reciclagem/reuso, otimização da disposição final e ações corretivas.

De acordo com PHIPPS (1995) e MAIMON (1996), um sistema de gerenciamento ambiental deve estar fundamentado nos princípios de prevenção, reciclagem/reuso, otimização da disposição final e ações corretivas, seguindo essa ordem de importância. Entende-se por prevenção qualquer prática, processo ou técnica que auxilie na redução ou eliminação em volume, concentração e, ou, toxicidade dos resíduos na empresa.

Uma vez que o resíduo foi gerado, a melhor maneira de minimizar qualquer impacto adverso ao meio ambiente e reduzir o custo para tratar

esse resíduo é a reciclagem ou reuso desse material, que consiste em utilizá-lo como matéria-prima ou insumo na fabricação de outro produto (MANIOS et al., 2003; TOCCHETTO e PEREIRA, 2005b).

Quando o resíduo não puder ser reciclado, uma variedade de processos de tratamento deve ser considerada de modo a reduzir o volume e potencial poluidor dos resíduos, de forma a otimizar sua disposição final, minimizando o impacto ambiental (AMORIM et al., 2007).

Qualquer que seja o sistema de gerenciamento empregado, deve-se adotar sempre ações educativas e preventivas, prioritariamente àquelas meramente de caráter corretivo. Ações corretivas são sempre aplicadas após ocorrer algum tipo de dano ambiental que pode vir acompanhado de multa e degradação da imagem da empresa (DONAIRE, 1995).

As principais ferramentas de sistema de gerenciamento ambiental comumente empregadas em indústrias de alimentos, especialmente abatedouros são: produção mais limpa (P+L), prevenção à poluição (P2) e ISO 14000. Estas ferramentas tiveram suas premissas descritas sucintamente, servindo como uma introdução aos demais itens abordados no módulo.

No item “*Produção mais Limpa*” foi inicialmente descrito o que vem a ser a política de P+L e como esta se aplica aos processos produtivos, produtos e serviços. Em seguida, foi dado enfoque à estratégia e às medidas de P+L aplicadas ao processo de abate de animais.

A política de *Produção mais Limpa* (P+L) consiste em coletar e separar todo material orgânico secundário, que não seja produto direto, gerado ao longo do processo produtivo, da forma mais abrangente e eficiente possível, evitando que se juntem aos efluentes líquidos, e maximizar o seu aproveitamento ambientalmente adequado, com o menor uso possível de insumos e recursos. As principais medidas de P+L aplicadas ao processo de abate de animais visam o uso racional de água e a minimização dos efluentes e sua carga poluidora (PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

No item “*Prevenção à Poluição*” foi descrita a idéia da política de prevenção à poluição e os benefícios diretos que podem ser obtidos de sua implantação, abordando algumas técnicas de P2 aplicadas a abatedouros.

A política de Prevenção à Poluição (P2) é uma idéia simples que consiste em eliminar a poluição antes que ela seja criada. Em uma indústria de alimentos, significa controlar a geração de resíduos nos processos e, então, tratar e dispor os resíduos gerados (CETESB, 2006; PHIPPS, 1995). As principais técnicas de P2 envolvem a modificações nos equipamentos e mudanças operacionais, bem como estratégias para reciclagem e reuso de materiais. Os benefícios diretos para a indústria envolvem a redução nos custos operacionais, reduzindo os custos para tratamento dos resíduos, e uma maior eficiência e produtividade da empresa (PHIPPS, 1995).

No item “ISO 14000” foram descritos inicialmente o que vem a ser a série de normas ISO 14000, seus objetivos e finalidades. Em seguida, é feita uma breve descrição da norma ISO 14001 que aborda o Sistema de Gestão Ambiental, enfocando algumas normas e diretrizes que devem ser atendidas para sua implantação.

A série ISO 14000 engloba seis grupos de normas, cada uma delas atendendo a um assunto específico, a fim de padronizar e facilitar a implantação do sistema de gerenciamento ambiental nas empresas. O objetivo maior da gestão ambiental, definido pela ISO 14000, é a busca permanente de melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização pública ou privada (CARVALHO, 1997).

4.1.2. Módulo “Processo de Abate”

Este módulo (Figura 6) contém a descrição e os fluxogramas gerais do processo de abate, evidenciando os pontos de geração de resíduos e os tipos de resíduos gerados, bem como algumas alternativas ao seu gerenciamento. Seu principal objetivo é familiarizar o usuário do sistema quanto ao processo de abate, a fim de facilitar a tomada de decisões que envolvam modificações no processo, evitando que haja prejuízo à qualidade final do produto.



Figura 6 - Tela inicial do módulo “Processo de Abate”

Após a descrição sucinta da importância econômica do abate de bovinos e suínos, o módulo contém links para os demais itens do módulo: fluxograma, etapas de abate e resíduos gerados.

A descrição do processo de abate se inicia com um fluxograma (Figura 7) adaptado a partir de dados de literatura (BRAILE E CAVALCANTI, 1979; PARDI et al., 1995; BRESSAN et al., 2004; GOMIDE et al., 2006). Nesta figura é possível observar as principais etapas do abate de animais de açougue, evidenciando os principais resíduos gerados em cada etapa.

No item “Etapas de Abate” foram descritas, resumidamente, as principais etapas do processo de abate de bovinos e suínos, enfocando sua importância e seu papel na geração de resíduos. Cada breve descrição funciona como link para um novo item que contém uma descrição mais detalhada da etapa de abate, destacando sua importância para a qualidade da carne obtida e os resíduos gerados.

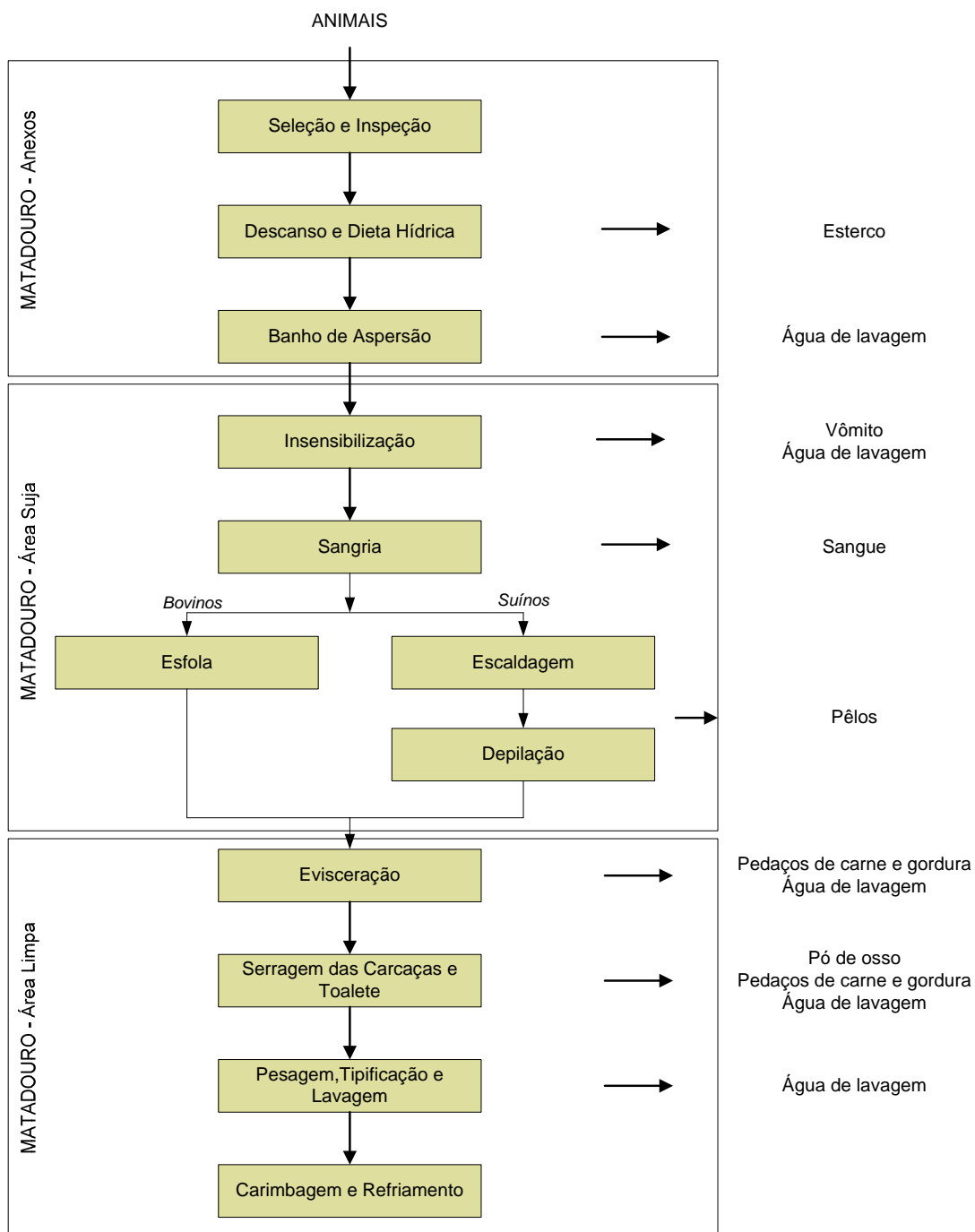


Figura 7 – Fluxograma do processo de abate

No item “Resíduos Gerados” são descritos os principais resíduos gerados no abate, evidenciando suas principais características. Este item é de extrema importância, pois conhecer os resíduos auxilia na tentativa de reutilizá-los, comercializando-os como subprodutos, o que minimiza a geração de efluentes e, conseqüentemente, reduz os custos com seu tratamento.

4.1.3. Módulo “Subprodutos”

Este módulo (Figura 8) contém informações sobre os principais subprodutos do processo de abate, evidenciando sua importância econômica e as principais vantagens de seu aproveitamento. Estas informações auxiliam o usuário a conhecer quais as possíveis formas de aproveitamento dos resíduos gerados no abate.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

[Glossário](#) [Saiba Mais!](#) [Contato](#)

SUBPRODUTOS

Com exceção das carcaças, as demais partes dos animais que possuem valor econômico, derivadas do abate ou processamento, são consideradas subprodutos da indústria de carne. O aproveitamento dos subprodutos, comestíveis ou não, desonera o produto principal, a carne, sendo feito de modo eficiente quase que exclusivamente nos estabelecimentos de grande porte, sob inspeção federal. Quando não aproveitados, os subprodutos são convertidos em resíduos que exigem tratamentos adequados para a sua eliminação e devem atender a legislação ambiental. A seguir estão listados os subprodutos mais importantes oriundos do processo de abate dos animais. Para maiores informações sobre um subproduto basta clicar no seu nome.

ESTERCO	GORDURAS	VÍSCERAS
GELATINA	FARINHAS	OSSOS
SANGUE	COURO	CERDAS, PÊLOS E
CASCOS E CHIFRES	SUBPRODUTOS PARA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA	

Figura 8 - Tela inicial do módulo “Subprodutos”

O aproveitamento dos subprodutos desonera o produto principal, além de reduzir a quantidade de resíduos que exigem tratamentos adequados para a sua eliminação. As principais formas de aproveitamento dos subprodutos de abatedouros envolvem seu emprego na alimentação, humana ou animal, como fertilizante ou na fabricação de peças para artesanato (OCKERMAN e HANSEN, 1994; PARDI et al., 1996; LIU e OCKERMAN, 2001).

O Quadro 6 apresenta o rendimento dos subprodutos em relação ao peso vivo dos principais animais de açougue, o que demonstra a importância de se fazer um adequado aproveitamento deste material (ROMAY, 2001).

Quadro 6 - Proporção (%) de subprodutos em relação à carcaça das principais espécies de consumo

	Bovinos	Suínos
Carne	34	52
Ossos	16	17
Órgãos	16	7
Pele e Gordura Aderida	6	6
Sangue	3	3
Tecido Adiposo	4	3
Aparas, Pés e Crânio	5	6
Conteúdo intestinal	16	6

Fonte: ROMAY (2001)

Os subprodutos mais importantes oriundos do processo de abate são esterco, gordura, vísceras, ossos, sangue, couro, cerdas e pêlos, cascos e chifres e subprodutos para a indústria farmacêutica. Devido à sua importância, cada um destes subprodutos foi discutido com mais detalhes em um item deste módulo, de forma independente. Entretanto, em cada subproduto buscou-se apresentar o manejo requerido e as opções de beneficiamento existentes.

As peles dos animais, especialmente de bovinos, constituem o subproduto mais valorizado do abate, quando encaminhadas para fabricação de couro. Daí o cuidado que se deve ter com elas na origem, durante o transporte dos animais até o matadouro, e no período antes e após o abate,

até a entrega aos curtumes (OCKERMAN e HANSEN,1994; SILVEIRA, 1999; LIU e OCKERMAN, 2001).

As vísceras, os órgãos e as demais partes do animal após serem inspecionados e liberados para o consumo são comercializados *in natura*, para o consumo direto, ou são utilizados na elaboração de produtos cárneos, como fonte de proteína animal. A depender da forma de obtenção, as gorduras e o sangue podem também ser destinados ao consumo humano, principalmente como ingredientes na elaboração de alimentos (PARDI et al., 1996; LIU e OCKERMAN, 2001; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

Os despojos dos animais abatidos são utilizados na fabricação de farinhas utilizadas na elaboração de ração para alimentação animal, exceto nas rações destinadas a ruminantes (BRASIL, 2004). As principais matérias-primas utilizadas na fabricação de farinha são aparas de carne, vísceras e gorduras, que dão origem à farinha de carne; ossos, que são empregados na elaboração de farinha de carne e farinha de ossos; e sangue, utilizado na fabricação de farinha de sangue (PARDI et al., 1996; BRESSAN et al., 2004).

As fezes, juntamente com os sólidos separados da água de limpeza dos currais e baias e do efluente do processamento de vísceras brancas (estômagos e intestinos), podem ser beneficiadas através de compostagem para serem utilizadas como fertilizantes (BRESSAN, 2000).

Os ossos, cascos e chifres, em especial os de cores mais raras, são empregados como matéria-prima em trabalhos artesanais, especialmente na fabricação de botões, pentes e adornos. As cerdas, crinas e pêlos, após tratamento adequado, são utilizados na confecção de feltros, pincéis, chapéus ou como enchimento de estofados e almofadas (PARDI et al., 1996).

Outros subprodutos de importância são as glândulas removidas de diferentes órgãos e vísceras dos animais. Diversas destas glândulas são utilizadas como fonte de proteínas, enzimas e outros compostos de interesse para a indústria farmacêutica, destacando-se a insulina, enzimas proteolíticas ou precursores de antiinflamatórios (OCKERMAN e HANSEN, 1994; LIU e OCKERMAN, 2001).

4.1.4. Módulo “Sistema de Tratamento”

Este módulo (Figura 9) contém informações sobre os diferentes sistemas de tratamento de efluentes, a fim de que o usuário conheça um pouco sobre os níveis de tratamento existentes, seus objetivos e como eles podem ser alcançados. Tais conhecimentos facilitam a definição do sistema de tratamento a ser empregado de forma a se adequar às condições existentes na indústria.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

Glossário Saiba Mais! Contato

SISTEMAS DE TRATAMENTO

Devido a complexidade do efluente gerado, a planta de tratamento de efluentes de abatedouros possui diversos dispositivos, sendo que sua escolha e montagem devem visar a otimização da eficiência global do processo, de forma atender os padrões de lançamento estipulados pela legislação e a minimizar o impacto do seu lançamento nos cursos de água.

Para que se possa definir o sistema de tratamento mais adequado ao seu efluente e às condições existentes na sua indústria é necessário conhecer os objetivos do tratamento e de que forma ele pode ser alcançado. Para isso, é necessário conhecer um pouco sobre os níveis de tratamento existentes, seus objetivos e como eles podem ser alcançados. Se você já possuir este tipo de conhecimento pode passar diretamente a etapa seguinte para o dimensionamento do sistema de tratamento de efluentes a partir da simulação dos processos.

Caso não esteja familiarizado com os níveis de tratamento existentes, segue abaixo uma breve descrição. Para maiores informações basta clicar no nome ou na imagem da etapa de interesse. É importante adquirir uma noção sobre os processos para a melhor utilização do módulo de dimensionamento e

Figura 9 - Tela inicial do módulo “Sistemas de Tratamento”

O módulo se inicia destacando a necessidade de o sistema empregado atender às condições impostas pela legislação, minimizando o impacto do lançamento dos efluentes nos cursos de água. Em seguida, é apresentada uma breve descrição dos níveis de tratamento existentes e seus objetivos.

Cada nível de tratamento consiste em um item deste módulo, onde são discutidos de forma um pouco mais detalhada. Nestes itens discutem-se

ainda as principais unidades de tratamento empregadas de forma a alcançar seus objetivos.

Devido à sua importância, maior ênfase foi dada aos processos de tratamento secundário, em especial aos sistemas de lagoas de estabilização, sistemas de lodos ativados e sistemas anaeróbios, que são amplamente aplicados no tratamento de efluentes de abatedouros (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; SILVEIRA, 1999; PACHECO e YAMANAKA, 2006). A essência do tratamento secundário de efluentes ricos em material orgânico é a inclusão de uma etapa biológica, realizada por uma grande variedade de microrganismos, como bactérias, protozoários e fungos. Estas unidades de tratamento são concebidas de forma a acelerar os mecanismos de degradação que ocorrem naturalmente nos corpos receptores (VON SPERLING, 1996b; TCHOBANOGLOUS et al., 2003).

Os sistemas de lagoas de estabilização são muito indicados para o tratamento de efluentes nas condições brasileiras, devido à disponibilidade de área em grande número de localidades, ao clima favorável, com temperatura e insolação elevadas (VON SPERLING, 1996c; SILVEIRA, 1999), tendo sido abordados em um item específico deste módulo. As diversas variantes deste sistema, com diferentes níveis de simplicidade e requisitos de área, como lagoas facultativas; lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas; lagoas aeradas facultativas; e, lagoas aeradas de mistura completa seguidas por lagoas de decantação, também foram discutidas de forma sucinta neste item.

O sistema de lodos ativados são sistemas de tratamento mais sofisticados, indicados em situações em que são necessárias uma elevada remoção de DBO em um pequeno espaço (VON SPERLING, 1997; TCHOBANOGLOUS et al., 2003). Este sistema e suas variantes foram abordados como um item específico deste módulo. Entretanto, devido à sua elevada mecanização e a seu alto custo operacional este sistema não tem sido empregado no tratamento de efluentes de abatedouros de pequeno e médio porte (SILVEIRA, 1999).

Sistemas anaeróbios de tratamento têm sido amplamente utilizados no tratamento de efluentes de abatedouros, especialmente sistemas compactos, como o reator UASB e o filtro anaeróbio (BORJA et al., 1995;

SILVEIRA, 1999; RAMOS, 2002), que foram discutidos em um item deste módulo.

4.1.5. Módulo “Sistemas de Apoio à Decisão”

Este módulo (Figura 10) contém uma breve descrição do que vem a ser um sistema de apoio à decisão, explicando a que se propõem os sistemas disponíveis. Ele é constituído por dois sistemas de apoio à decisão independentes, um para auxiliar no gerenciamento dos resíduos do abatedouro e outro para auxiliar na seleção do sistema de tratamento de efluentes, a partir de seu dimensionamento.



Figura 10 - Tela inicial do módulo “Sistemas de Apoio à Decisão”

Na introdução do sistema para gerenciamento de resíduos é feita uma apresentação da importância de se transformar os despojos do abate em subprodutos, explicando suas vantagens. A apresentação aborda ainda a necessidade de haver quantidades mínimas de resíduos para que possam

ser recuperados, individualmente, de forma econômica, o que diferencia as pequenas das grandes empresas.

Após a tela introdutória o usuário é direcionado para um outro ambiente (Figura 11) composto por uma sistema de apoio à decisão. Neste sistema, o usuário poderá selecionar qual resíduo deseja gerenciar a fim de possibilitar seu aproveitamento. De acordo com sua escolha, o usuário responderá algumas perguntas sobre a operação do abatedouro e o sistema lhe mostrará algumas considerações sobre a melhor forma de gerenciar este resíduo



Figura 11 - Tela inicial do ambiente “*Sistemas para Gerenciamento de Subprodutos*”

Na introdução do sistema para dimensionamento da estação de tratamento de efluentes (ETE) são listados os sistemas comumente empregados pelas indústrias de abate e processamento de carnes de pequeno e médio porte. A apresentação explica ao usuário sobre o porquê de não dimensionar o sistema de lodos ativados, uma vez que este sistema é pouco empregado em indústrias de pequeno e médio portes, devido à sua

complexidade operacional. Após esta introdução o usuário é direcionado para um ambiente (Figura 12) onde é possível estimar o potencial poluidor do efluente gerado e dimensionar os principais sistemas de tratamento.

Dimensionamento da Estação de Tratamento de Efluentes

[Voltar](#)

Caracterização do Efluente

A quantidade e composição do efluente gerado pela indústria são conhecidas?

Sim

Vazão (m³/dia):

DBO (g/L):

Sólidos Sedimentáveis(mL/L):

Não

Indústria:

Durante quantos dias por semana a indústria funciona (d/s):

Durante quantas horas por dia a indústria funciona (h/d):

Bovinos:

Quantidade(animais/dia):

Frequência(dias/semana):

Água gasta por animal(m³/animal):

Suínos:

Quantidade(animais/dia):

Frequência(dias/semana):

Água gasta por animal(m³/animal):

Figura 12 - Tela inicial do ambiente “*Sistema para Dimensionamento de Sistema de Tratamento*”

4.1.6. Módulo “Itens de apoio”

O acesso aos itens de apoio está disponível em todos os ambientes do sistema multimídia, através de uma barra de menu localizada no topo da página, logo abaixo do título.

No item “*Glossário*” o usuário pode obter informações a respeito de alguns termos comumente empregados na área de tratamento de resíduos e que foram utilizados no sistema (Figura 13).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

[Glossário](#) [Saiba Mais!](#) [Contato](#)

Apresentação

Gerenciamento Ambiental

Processo de Abate

Subprodutos

Sistemas de Tratamento

Sistemas de Apoio à Decisão

GLOSSÁRIO

Nesta página você obtém informações a respeito de alguns termos comumente empregados na área de tratamento de resíduos e que foram utilizados no sistema. Para maiores informações sobre algum assunto consulte as referências da seção [Saiba Mais!](#).

Auditoria

Mecanismo de avaliação que segue o desenvolvimento das operações, com frequência a depender do grau de risco das atividades e dimensão do processo.

Concussão Cerebral

Estado de inconsciência resultante de golpe na cabeça.

Corpo Receptor

Corpo hídrico que recebe o lançamento de um efluente.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Figura 13 - Tela inicial do item “*Glossário*” no módulo “*Itens de Apoio*”

O sistema multimídia disponibiliza para o usuário uma seção intitulada “Saiba Mais!”, que oferece algumas referências de material bibliográfico e *links* de internet, separados por assunto, onde é possível aprofundar seus conhecimentos na área de interesse (Figura 14). Neste item, encontram-se disponíveis referências sobre os assuntos abordados em cada um dos módulos do sistema.

No item “*Contato*”, o usuário obtém informações sobre a equipe que desenvolveu o sistema multimídia (Figura 15). Clicando sobre o nome de um dos membros da equipe, ele tem acesso ao editor de mensagens eletrônicas (e-mail) permitindo se comunicar com ele. A comunicação com a equipe permite ao usuário esclarecer suas dúvidas, tanto sobre a utilização do sistema quanto dos assuntos nele abordados.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

[Glossário](#) [Saiba Mais!](#) [Contato](#)

Apresentação

Gerenciamento Ambiental

Processo de Abate

Subprodutos

Sistemas de Tratamento

Sistemas de Apoio à Decisão

SAIBA MAIS!

Abaixo seguem algumas referências de material bibliográfico e *links* de internet, separados por assunto, para que você possa aprofundar seus conhecimentos na área que lhe interessar.

GERENCIAMENTO AMBIENTAL

Gestão ambiental na empresa
Donaire, D. - Editora Atlas - 1995.

Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria
FIESP/CIESP - 2006.
<http://www.fiesp.com.br/download/publicacoesmeioambiente/reuso.pdf>

Sistema de Gestão e Proteção Ambiental
Pereira, L. C.; Tocchetto, M. R. L. - 2005
<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>

PROCESSO DE ABATE

Tecnologia de Abate e Tipificação de Carcaças
Gomide, L.A.M., Ramos, E.M., Fontes, P.R. - Editora UFV - 2006

Ciência, higiene e tecnologia da carne

Figura 14 - Tela inicial do item “Saiba Mais!” no módulo “Itens de Apoio”



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ABATEDOUROS

[Glossário](#) [Saiba Mais!](#) [Contato](#)

Apresentação

Gerenciamento Ambiental

Processo de Abate

Subprodutos

Sistemas de Tratamento

Sistemas de Apoio à Decisão

CONTATO

EQUIPE

Alcinéia de Lemos Souza Ramos
Professora Assistente, DTRA/UESB
Engenheira de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos com tese na área de tratamento de efluentes.

Frederico José Vieira Passos
Professor Adjunto, DTA/UFV
Engenheiro de Alimentos, Ph.D. em Ciência de Alimentos, orienta teses na área de biotecnologia e fermentações industriais, tratamento de efluentes e de ensino a distância.

Ismael Maciel de Mancilha
Professor Adjunto, DTA/UFV
Engenheiro de Alimentos, Ph.D. em Ciência de Alimentos, orienta teses na área de biotecnologia e fermentações industriais e de tratamento de efluentes.

José Luis Braga
Professor Titular, DPI/UFV

Figura 15 - Tela inicial do *Contato* no módulo “Itens de Apoio” CORRIGIR

4.2. Desenvolvimento dos Sistemas de Apoio à Decisão

Os sistemas de apoio à decisão que integram o último módulo do sistema multimídia foram desenvolvidos de forma independente, a partir das informações adquiridas na literatura, que foram organizadas para formar o banco de dados utilizados nos sistemas desenvolvidos.

4.2.1. Gerenciamento de Subprodutos

O principal objetivo do sistema de apoio à decisão para gerenciamento de subprodutos é fornecer ao usuário informações sobre as possíveis formas de aproveitamento dos resíduos gerados no abate. Além disso, pretende-se destacar as conseqüências que as formas de manejo terão na geração de resíduos destinados ao tratamento e sobre a qualidade do subproduto.

Este sistema foi desenvolvido de acordo com o fluxograma da Figura 16. Nele, os principais resíduos do abate de bovinos e suínos, aproveitados como subprodutos por abatedouros de pequeno e médio porte, foram identificados. Cada um destes resíduos constitui um dos ramos iniciais do sistema desenvolvido.

Em seguida foi feito um levantamento sobre o manejo destes resíduos dentro da indústria e sua implicação sobre as possibilidades de aproveitamento. De acordo com a forma de obtenção e armazenamento do resíduo, o sistema indica ao usuário as possíveis formas de aproveitamento. Em alguns casos, o sistema recomenda qual a melhor forma de obtenção e armazenamento do resíduo de acordo com o subproduto que se deseja produzir.



Figura 16 - Estrutura básica do sistema de apoio à decisão para gerenciamento de subprodutos

4.2.2. Dimensionamento de Sistemas de Tratamento

O principal objetivo do sistema de apoio à decisão para dimensionamento de sistemas de tratamento é fornecer ao usuário algumas informações que permitam a comparação entre os diferentes sistemas de tratamento adequados a abatedouros. Além disso, o sistema possibilita estimar a carga poluente do efluente gerado quando a mesma é desconhecida. Estas informações são de extrema importância quando da contratação de especialistas para a implantação destes sistemas.

O sistema é constituído por dois módulos: um para estimar a qualidade do efluente gerado devido ao abate e outro para dimensionar os sistemas de tratamento.

O sistema se inicia pela obtenção de informações acerca da composição básica do efluente gerado pelo abatedouro, de acordo com a estrutura básica apresentada na Figura 17. No caso da composição do efluente ser conhecida, o usuário deve informar a vazão média de efluente gerado pela indústria (em m³ por dia), a demanda bioquímica de oxigênio (em g/L) e o teor de sólidos sedimentáveis (em mL/L) médios do efluente gerado. Estas informações serão utilizadas para o dimensionamento dos sistemas de tratamento.

Outra possibilidade de emprego é no caso da composição do efluente não ser conhecida. Neste caso, o usuário deve informar algumas características de operação do abatedouro, como dias de funcionamento, quantidade de animais de cada espécie abatida e quantidade de água consumida. De posse destas informações, o sistema estima a composição básica do efluente utilizando dados de contribuição de cada animal abatido, obtidos na literatura (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; VON SPERLING, 1996b; PACHECO e YAMANAKA, 2006a).

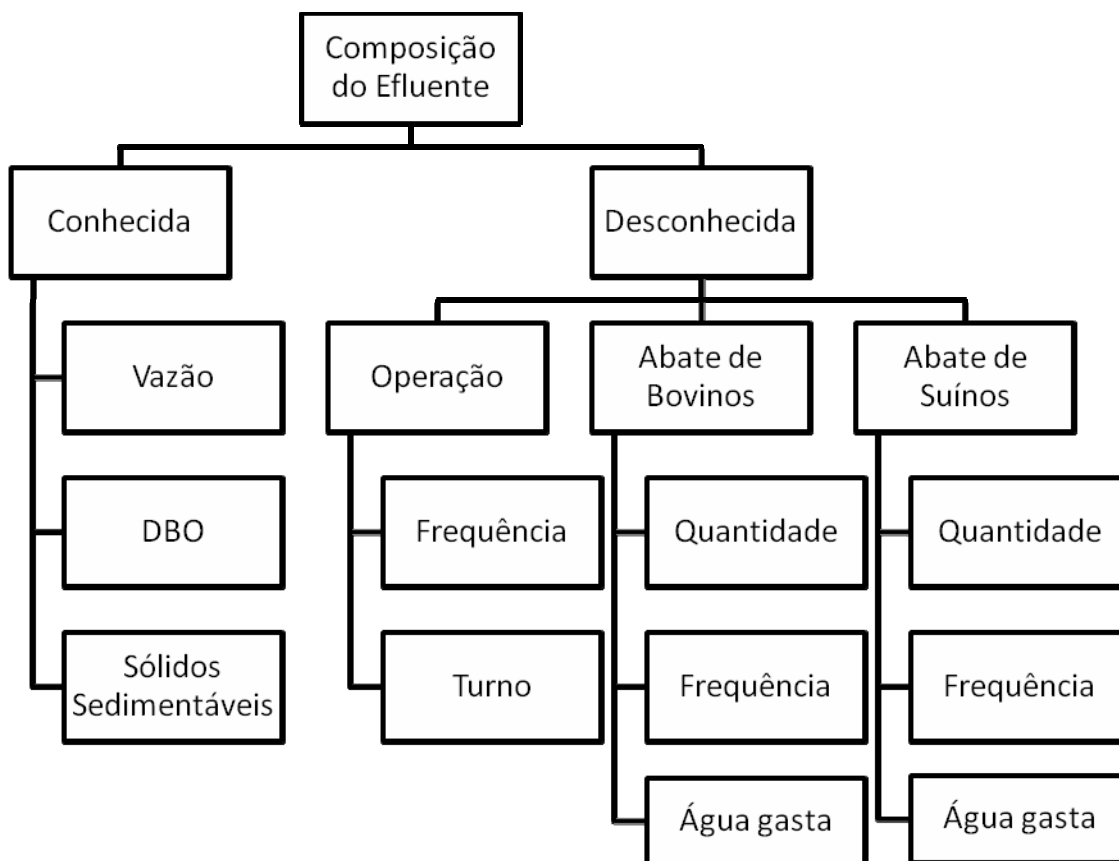


Figura 17 - Estrutura básica do módulo para estimar a qualidade do efluente gerado devido ao abate no sistema de apoio à decisão para dimensionamento de sistemas de tratamento

Além de definir a composição do efluente gerado, o usuário deve informar qual sistema de tratamento deseja dimensionar dentre as possibilidades listadas. O sistema de apoio à decisão permite o dimensionamento dos principais sistemas de tratamento de efluentes comumente empregados por abatedouros de pequeno e médio porte: lagoa facultativa; lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa; lagoa aerada facultativa; lagoa aerada de mistura completa, seguida de lagoa de decantação; filtro anaeróbio e reator UASB. O usuário pode selecionar qual sistema deseja dimensionar ou escolher a opção de dimensionar todos os sistemas, permitindo comparar seus desempenhos.

Os sistemas são dimensionados de acordo com os parâmetros físicos e químicos do efluente definidos anteriormente e de modelos matemáticos obtidos na literatura (CHERNICHARO, 1997; VON SPERLING, 1996b; VON

SPERLING, 1996c; VON SPERLING, 1997; SILVEIRA, 1999; TCHOBANOGLOUS et al., 2003).

4.3. Avaliação do Sistema Multimídia

A Tabela 1 apresenta a média, moda, máximo e mínimo das notas atribuídas às questões que avaliaram a interface do sistema multimídia e a Figura 18 apresenta as porcentagens das notas atribuídas nestas questões. Dentre os itens avaliados da interface, apenas os quesitos “estética e qualidade gráfica dos ambientes” e “cores e imagens na interface” foram considerados por alguns avaliadores (8 e 17%, respectivamente) como “ligeiramente bom” e “nem bom nem ruim”, respectivamente. Estes resultados indicam que o desenho gráfico da interface pode ser melhorado, embora a maioria dos avaliadores os tenha considerado “bom” e “muito bom”.

Tabela 1 – Média, moda, máximo e mínimo das notas atribuídas à interface do sistema multimídia

Avaliação	Média	Moda	Máximo	Mínimo
Apresentação das telas	8,2	8	9	7
Estética e qualidade gráfica dos ambientes	7,3	7	9	6
Cores e imagens na interface	7,3	8	9	5
Facilidade de navegação pelos ambientes	8,1	8	9	7
Legibilidade do texto	8,1	8	9	7

Nota 1: Extremamente ruim; nota 2: Muito ruim; nota 3: Ruim; nota 4: Ligeiramente ruim; nota 5: Regular; nota 6: Ligeiramente bom; nota 7: Bom; nota 8: Muito bom; nota 9: Extremamente bom.

Os demais itens da interface avaliados (apresentação das telas, facilidade de navegação pelos ambientes por usuários não-treinados e a legibilidade do texto) foram classificados pelos avaliadores como “bom”, “muito bom” ou “extremamente bom” (Tabela 1 e Figura 18).

Deste modo, conclui-se que a interface semelhante à de internet possibilitou boa interação entre o usuário e o computador, que se traduziu

pelo uso do programa sem que houvesse necessidade de treinamento específico. Este resultado está de acordo com o observado por ANTUNES (2003) com o sistema *CleanUp*, sistema de apoio à decisão para procedimentos de higienização em unidades de alimentação e nutrição, e por CAVALCANTE (2005) com o software multimídia *Coalho Quality*, embora estes sistemas não tenham sido desenvolvidos para a internet.

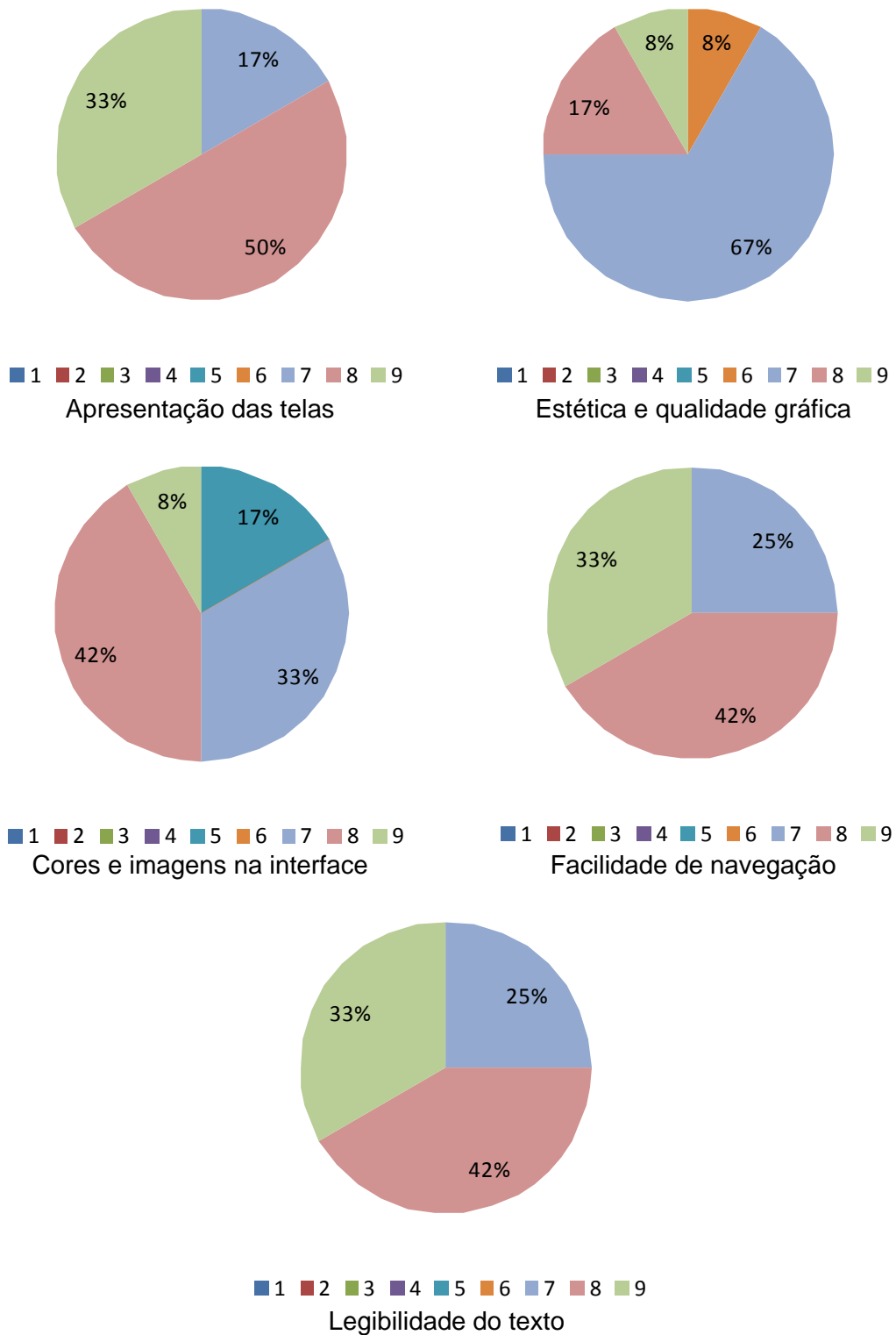


Figura 18 – Freqüência das notas atribuídas às questões que avaliaram a interface do sistema multimídia. Legenda: nota 1 - Extremamente ruim; nota 2 - Muito ruim; nota 3 - Ruim; nota 4 - Ligeiramente ruim; nota 5 - Regular; nota 6 - Ligeiramente bom; nota 7 - Bom; nota 8 - Muito bom; nota 9 - Extremamente bom.

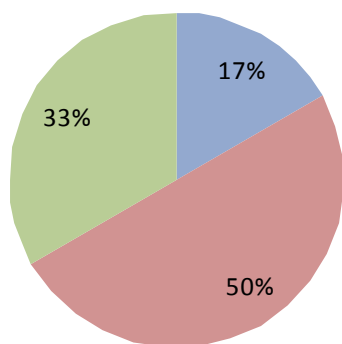
Na avaliação do conteúdo (Tabela 2 e Figura 19), todos os quesitos obtiveram frequências elevadas (>82%) para notas acima de sete, classificando seu conteúdo como “bom”. Os quesitos “qualidade das mídias”, “seqüência lógica de apresentação do conteúdo”, “abordagem do assunto gerenciamento de resíduos”, “quantidade de informação disponível para o entendimento do assunto” e “adequação do conteúdo ao público-alvo” foram considerados, por parte dos avaliadores, como “ligeiramente bom”. Estes resultados indicam que o conteúdo do sistema pode ser melhorado, tendo sido sugerido que alguns módulos tivessem seu conteúdo teórico reduzido, seguido pelo aumento de exemplos práticos aplicados a abatedouros.

Tabela 2 – Média, moda, máximo e mínimo das notas atribuídas ao conteúdo do sistema multimídia

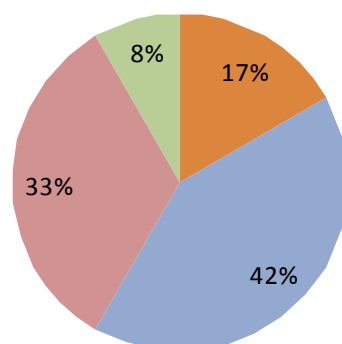
Avaliação	Média	Moda	Máximo	Mínimo
Qualidade das informações escritas	8,2	8	9	7
Qualidade das mídias	7,3	7	9	6
Seqüência lógica de apresentação do conteúdo	7,9	8	9	6
Abordagem do assunto gerenciamento de resíduos	8,0	8	9	6
Quantidade de informação disponível	7,8	8	9	6
Adequação do conteúdo ao público-alvo	7,7	8	9	6

Nota 1: Extremamente ruim; nota 2: Muito ruim; nota 3: Ruim; nota 4: Ligeiramente ruim; nota 5: Regular; nota 6: Ligeiramente bom; nota 7: Bom; nota 8: Muito bom; nota 9: Extremamente bom.

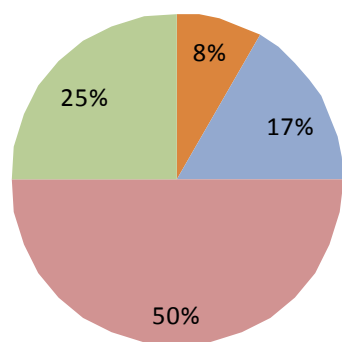
Estes resultados indicam que o sistema multimídia foi considerado uma ferramenta capaz de propiciar a aquisição de conhecimentos para auxiliar no gerenciamento dos resíduos de abatedouros.



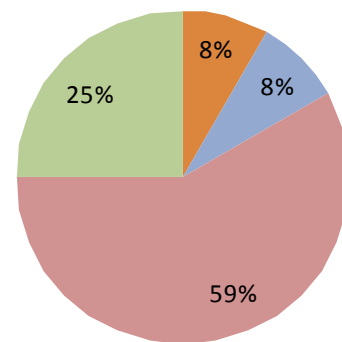
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Qualidade das informações escritas



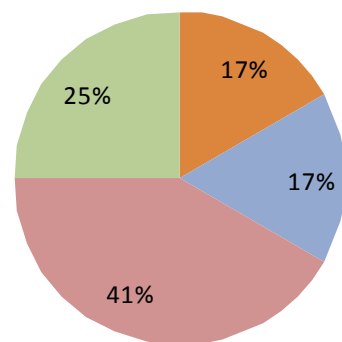
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Qualidade das mídias



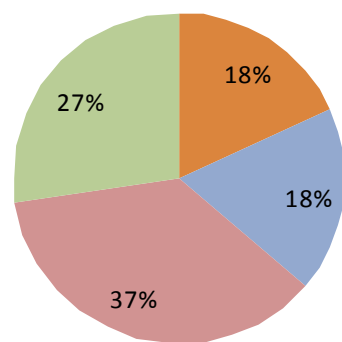
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Seqüência lógica da apresentação do conteúdo



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Abordagem do assunto gerenciamento de resíduos



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Quantidade de informação disponível



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9
Adequação do conteúdo ao público-alvo

Figura 19 – Frequência das notas atribuídas às questões que avaliaram o conteúdo do sistema multimídia. Legenda: nota 1 - Extremamente ruim; nota 2 - Muito ruim; nota 3 - Ruim; nota 4 - Ligeiramente ruim; nota 5 - Regular; nota 6 - Ligeiramente bom; nota 7 - Bom; nota 8 - Muito bom; nota 9 - Extremamente bom.

Os módulos do sistema multimídia puderam ser classificados de acordo com a moda das notas dadas pelos avaliadores (Tabela 3). Os módulos “Gerenciamento Ambiental” e “Subprodutos” foram classificados como “muito bom”, por receberem em maior frequência a nota oito, enquanto os módulos “Processo de abate”, “Sistemas de Tratamento” e “Sistemas de Apoio à Decisão” foram classificados como “extremamente bom”, por receberem em maior frequência a nota nove (Figura 20). Apenas um avaliador classificou o módulo “Gerenciamento Ambiental” como “ligeiramente bom”, sugerindo que fosse incluído no sistema um manual sobre este assunto, bem como informações sobre legislação ambiental. Estas sugestões foram consideradas relevantes e deverão ser introduzidas futuramente no sistema.

Tabela 3 – Média, moda, máximo e mínimo das notas atribuídas aos módulos do sistema multimídia

Avaliação	Média	Moda	Máximo	Mínimo
Módulo Gerenciamento Ambiental	8,0	8	9	6
Módulo Processo de Abate	8,3	9	9	7
Módulo Subprodutos	8,4	8	9	8
Módulos Sistemas de Tratamento	8,3	9	9	7
Módulo Sistemas de Apoio à Decisão	8,3	9	9	7
Item de apoio: Glossário	7,9	9	9	6
Item de apoio: Saiba Mais!	7,6	8	9	3
Item de apoio: Contato	8,4	9	9	6

Nota 1: Extremamente ruim; nota 2: Muito ruim; nota 3: Ruim; nota 4: Ligeiramente ruim; nota 5: Regular; nota 6: Ligeiramente bom; nota 7: Bom; nota 8: Muito bom; nota 9: Extremamente bom.

De modo geral, todos os módulos foram avaliados positivamente, recebendo elevada frequência de notas oito (muito bom) e nove (extremamente bom). A boa aceitação dos módulos, por parte dos avaliadores, indica que o sistema multimídia pode ser utilizado como uma ferramenta útil no treinamento de pessoal e no desenvolvimento de habilidades, bem como na conscientização sobre a importância da gestão ambiental nas empresas.

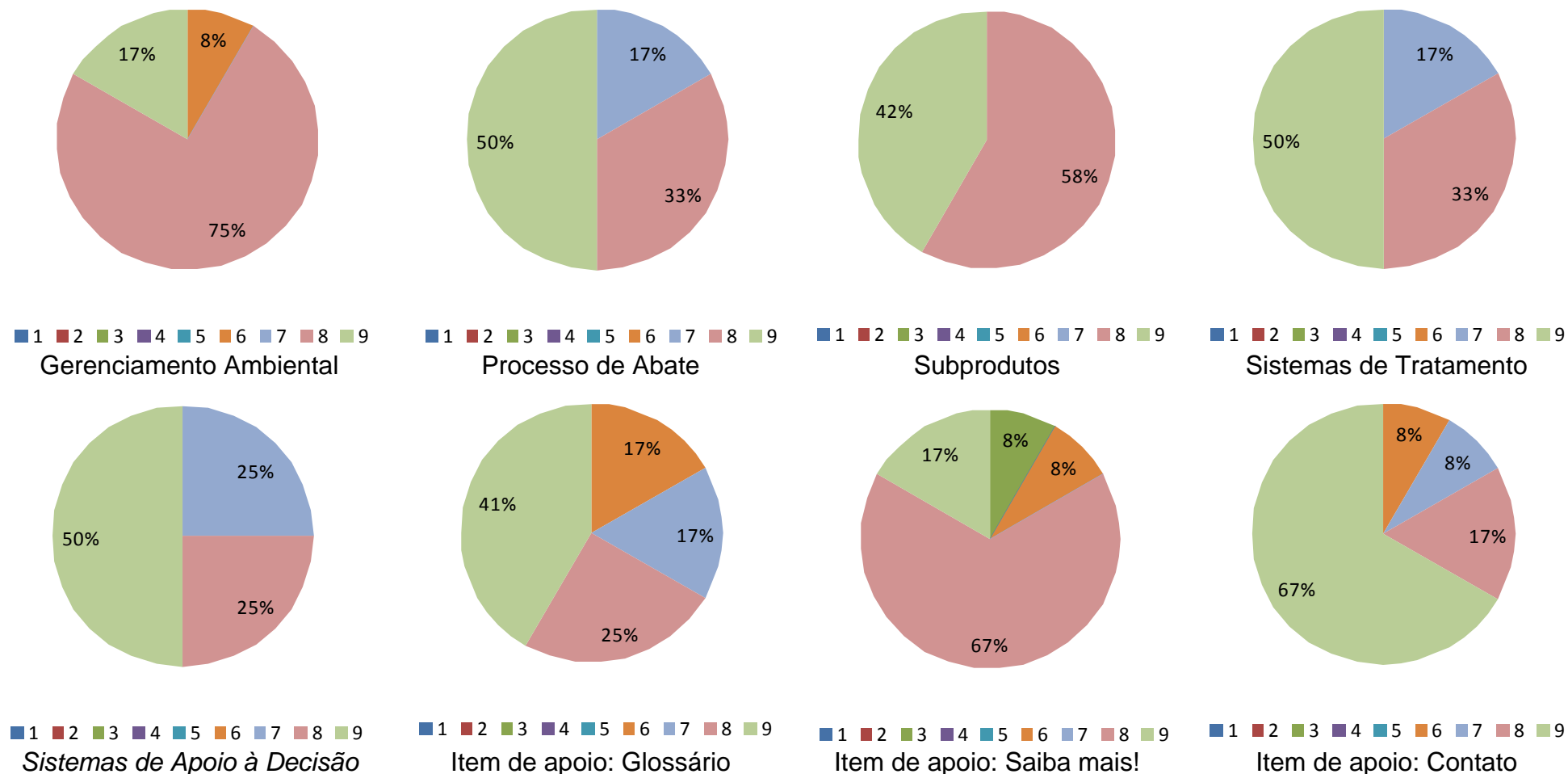


Figura 20 – Frequência das notas atribuídas às questões que avaliaram os módulos do sistema multimídia. Legenda: nota 1 - Extremamente ruim; nota 2 - Muito ruim; nota 3 - Ruim; nota 4 - Ligeiramente ruim; nota 5 - Regular; nota 6 - Ligeiramente bom; nota 7 - Bom; nota 8 - Muito bom; nota 9 - Extremamente bom.

O item de apoio “Glossário” teve como maior ocorrência a nota 9, sendo classificado como “extremamente bom”. Entretanto, 17% dos avaliadores classificaram-no como “ligeiramente bom”, tendo sido sugerido que fossem adicionados mais termos técnicos. ANTUNES (2003) sugere que a ocorrência de notas mais baixas neste item pode ser devido ao fato de não haver remissões definitivas com palavras marcadas no texto (hipertexto), o que tornaria a navegação mais ágil.

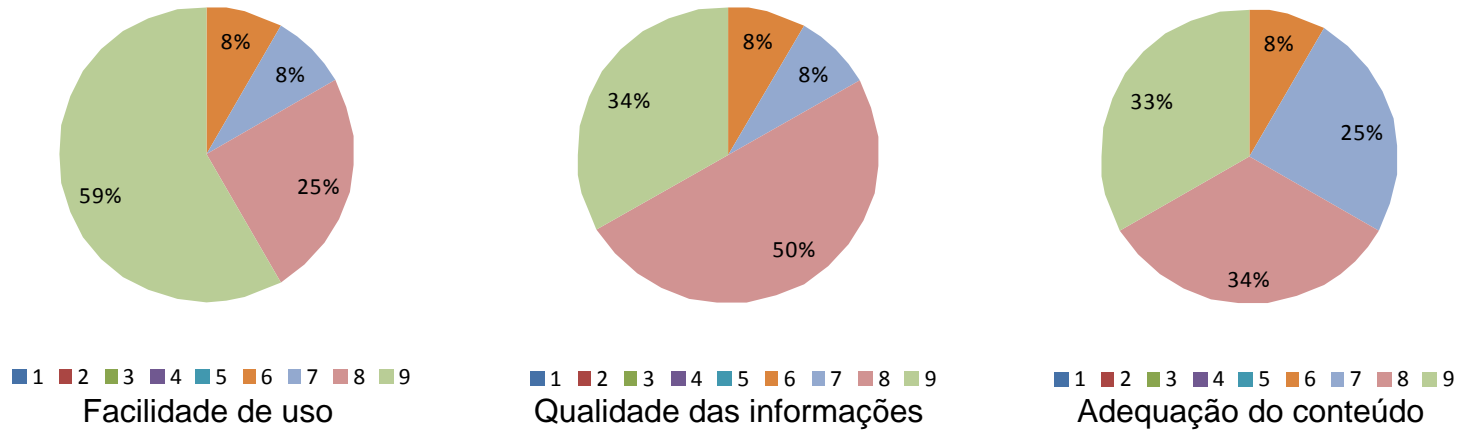
O item “Saiba mais!”, apesar de ser classificado como “muito bom”, com a nota oito, foi classificado por um avaliador como “ruim”, que não justificou sua nota nem contribuiu com sugestões referentes a este assunto. Outro avaliador considerou este item como “ligeiramente bom”, sugerindo que o conteúdo do item fosse alterado. Segundo esse avaliador, o ambiente passa a idéia de que serão fornecidas mais informações e não referências bibliográficas, que deveriam ser apresentadas em outro ambiente.

O item “Contato” foi classificado como “extremamente bom” pela maioria dos avaliadores. Em relação aos itens de apoio, este foi o que apresentou melhor média nas notas dadas pelos avaliadores.

Observa-se, pela avaliação, que, de maneira geral, os módulos receberam com maior freqüência notas oito e nove, sendo classificados como “muito bom” e “extremamente bom”. Dentre os módulos, apenas o módulo “Sistema de Gestão Ambiental” apresentou nota inferior a sete.

Os sistemas de apoio à decisão que integram o último módulo do sistema multimídia receberam com maior freqüência notas oito e nove, sendo classificados como “muito bom” e “extremamente bom” (Figura 21 e Tabela 4).

SAD – Gerenciamento de Subprodutos



SAD – Dimensionamento do Sistema de Tratamento

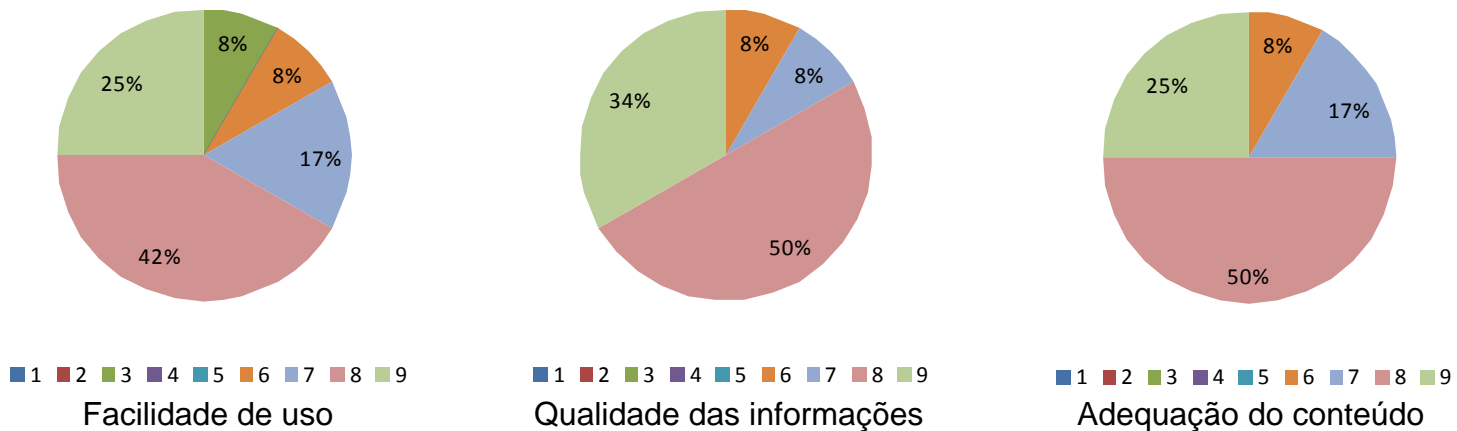


Figura 21 – Porcentagens das freqüências das notas atribuídas às questões que avaliaram os sistemas de apoio à decisão do sistema multimídia. Legenda: nota 1 - Extremamente ruim; nota 2 - Muito ruim; nota 3 - Ruim; nota 4 - Ligeiramente ruim; nota 5 - Regular; nota 6 - Ligeiramente bom; nota 7 - Bom; nota 8 - Muito bom; nota 9 - Extremamente bom.

Tabela 4 – Média, moda, máximo e mínimo das notas atribuídas aos sistemas de apoio à decisão do sistema multimídia

Avaliação	Média	Moda	Máximo	Mínimo
SAD – Gerenciamento de Subprodutos				
Facilidade de uso por usuários não-treinados	8,3	9	9	6
Qualidade das informações fornecidas	8,1	8	9	6
Adequação do conteúdo ao público-alvo	7,9	9	9	6
SAD – Dimensionamento do Sistema de Tratamento				
Facilidade de uso por usuários não-treinados	7,5	8	9	3
Qualidade das informações fornecidas	8,1	8	9	6
Adequação do conteúdo ao público-alvo	7,9	8	9	6

Nota 1: Extremamente ruim; nota 2: Muito ruim; nota 3: Ruim; nota 4: Ligeiramente ruim; nota 5: Regular; nota 6: Ligeiramente bom; nota 7: Bom; nota 8: Muito bom; nota 9: Extremamente bom.

A boa avaliação destes sistemas indica que os mesmos se mostraram adequados para auxiliar no processo de tomada de decisão. Entretanto, um avaliador considerou que o SAD para dimensionamento do sistema de tratamento não apresenta facilidade de uso por usuários não treinados, conferindo nota três (“ruim”) a este quesito. Esta avaliação pode ser devido à necessidade de fornecer informações operacionais a respeito do abatedouro, o que pode trazer alguma dificuldade para o usuário não familiarizado ao processo em estudo. Todos os demais itens obtiveram notas superiores a seis, sendo considerados “ligeiramente bom” ou melhor.

O sistema multimídia também foi qualitativamente avaliado pelas questões complementares, sendo as freqüências de respostas para cada um dos itens mencionados apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Freqüência de respostas dadas pelos avaliadores quanto aos principais benefícios que este material pode proporcionar como suporte para o gerenciamento de resíduos de abatedouros

Item	Freqüência (%)
Possibilidade de utilização para treinamento e desenvolvimento pessoal	54,5
Orientar a gerência e demais funcionários no que se refere às práticas preventivas de controle ambiental facilitando o cumprimento da legislação	72,7
Aumentar a competitividade dos pequenos e médios abatedouros, reduzindo as perdas de matéria prima, produtos acabados e insumos	63,6
Aumentar interatividade entre gerência, equipe técnica e manipuladores	36,4
Criar uma consciência ecológica em todos os níveis da empresa caminhando assim para o desenvolvimento sustentável	54,5

Tabela 6 – Freqüência de respostas dadas pelos avaliadores quanto aos possíveis obstáculos que podem ocorrer na utilização deste material pelos responsáveis pelos abatedouros

Item	Freqüência (%)
Falta de domínio no uso de computadores e seus recursos	36,4
Não entendimento do conteúdo	45,5
Problemas técnicos na utilização do material	27,3
Não participação	72,7

As freqüências de respostas obtidas quanto aos principais benefícios e aos possíveis obstáculos que podem ocorrer na utilização do sistema desenvolvido foram baixas quando comparadas às obtidas por SILVA (2006) na avaliação de um sistema multimídia de apoio ao gerenciamento ambiental em laticínios. Tal fato pode ser devido à pouca experiência dos avaliadores no uso de sistemas de apoio à decisão, gerando dúvidas para eles sobre a potencialidade do sistema. Entretanto, muitas informações relevantes

podem ser extraídas das avaliações do sistema de modo a melhorar a a qualidade das informações fornecidas.

Além das possibilidades definidas no questionário quanto aos benefícios deste material, outras sugestões foram apresentadas pelos avaliadores:

- Facilitar a transferência de informações das pesquisas realizadas no país para o setor produtivo;
- Auxiliar na implantação de sistemas de tratamento, embora haja a necessidade de consultar especialistas na área;
- Conscientizar os funcionários sobre a importância da destinação adequada dos resíduos e subprodutos;
- Mostrar o valor comercial e aplicações diversas de alguns resíduos, estimulando a minimização dos resíduos industriais.

Estas opiniões indicam que o sistema além de alcançar o objetivo proposto, que era auxiliar no gerenciamento dos resíduos de abatedouros, também se mostrou adequado a outros fins como treinamento de pessoal e conscientização a respeito da importância da gestão adequada de resíduos.

Dentre os principais obstáculos esperados, os avaliadores destacaram a possível falta de interesse por parte da gerência dos abatedouros por não haver uma discussão econômica sobre as vantagens de fazer um adequado aproveitamento dos subprodutos e gerenciamento dos resíduos.

Algumas mudanças foram sugeridas pelos avaliadores, como modificações no visual da interface e na forma de apresentação do conteúdo. A seguir, são citadas as sugestões consideradas mais relevantes e que serão analisadas para possível implementação no sistema multimídia, para melhoria da satisfação do usuário:

- Adicionar informações sobre a possibilidade de aproveitamento do gás metano produzido nos sistemas anaeróbios;
- Acrescentar ferramentas que permitam dimensionar outras etapas e sistemas de tratamento, como sistemas de lodos ativados, decantadores e floculadores;

- Acrescentar um *check list* para diagnóstico ambiental nos abatedouros;
- Criar cartilhas de conscientização ambiental;
- Disponibilizar informações (nome e endereço) a respeito de empresas que comercializam alguns equipamentos ou constroem determinadas estruturas, de forma a permitir que os usuários as contatem;
- Aumentar a quantidade de informações disponíveis sobre minimização na geração de resíduos, dada a sua importância para o sistema de gestão ambiental;
- Aumentar a quantidade de informação a respeito dos subprodutos;
- Melhorar a qualidade das fotos disponibilizadas no sistema, tendo sido sugerido mostrar fotos seqüenciais do processo de abate.

As sugestões fornecidas pelos avaliadores serão avaliadas e ordenadas de acordo com sua relevância para implementação futura. Neste processo de avaliação serão considerados, também, o tempo necessário para sua implantação e o impacto sobre a funcionalidade do sistema.

Outras alternativas à continuidade do desenvolvimento deste sistema envolvem a inclusão de sistemas que permitam o aperfeiçoamento do conhecimento e a troca de experiências entre os usuários, como WIKI e BLOG, bem como sua disponibilização gratuita para o público em geral com a coleta contínua de dados estatísticos. Além disso, a experiência adquirida no desenvolvimento deste sistema pode ser empregada em outros trabalhos, focando empresas de diferentes setores.

5. CONCLUSÕES

O sistema multimídia modulado desenvolvido foi considerado pelos avaliadores uma ferramenta capaz de auxiliar no gerenciamento de resíduos de abatedouros de bovinos e suínos, fornecendo informações que auxiliem na tomada de decisões. Destacou-se também a possibilidade deste sistema auxiliar a conscientizar a gerência e demais funcionários sobre a importância de práticas preventivas de controle ambiental, facilitando o cumprimento da legislação. Outro possível benefício citado é o aumento da competitividade dos pequenos e médios abatedouros, devido à redução nas perdas de matéria prima, produtos acabados e insumos.

A interface semelhante à de *web* possibilitou boa interação entre o usuário e o computador, possibilitando o uso do programa sem que houvesse necessidade de treinamento específico. Todos os módulos foram avaliados positivamente, indicando que o sistema pode ser utilizado como uma ferramenta útil no treinamento de pessoal e no desenvolvimento de habilidades.

A avaliação dos sistemas de apoio à decisão sugere que o sistema multimídia pode ser utilizado pelo público-alvo para auxiliar concretamente na tomada de decisão, tanto sobre o destino dos resíduos gerados no abatedouro quanto na seleção do sistema de tratamento.

As sugestões apresentadas pelos avaliadores quanto aos materiais didáticos elaborados neste estudo foram consideradas positivas e indicam que o sistema pode ser melhorado através algumas mudanças na interface e em seu conteúdo, especialmente com a inclusão de novas ferramentas que permitam o aperfeiçoamento do conhecimento e a troca de experiências entre os usuários.

A experiência adquirida no desenvolvimento deste sistema pode ser empregada em trabalhos futuros, visando auxiliar no gerenciamento de resíduos de diferentes ramos da indústria de alimentos ou de outros setores. Desta forma, existe grande oportunidade para trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS, Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Disponível em: <www.abcs.com.br>, Acesso em: 10/04/2004.

ABERLE, E.D., FORREST, J.C., GERRARD, D.E., MILLS, E.W. **Principles of Meat Science**. 4 ed. New York: Kendall/Hunt Publishing Company, 2001. 354p

ABIPECS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <www.abipecs.com.br>, Acesso em: 06/10/2006.

ADENSO-DIAZ, B., TUYA, J., GOITIA, M. EDSS for the evaluation of alternatives in waste water collecting systems design. **Environmental Modelling & Software**, v. 20, n. 5, p. 639-649, 2005.

AL-MUTAIRI, N. Z., HAMODA, M. F., AL-GHUSAIN, I. Coagulant selection and sludge conditioning in a slaughterhouse wastewater treatment plant. **Bioresource Technology**, v. 95, n. 2, , p. 115-119, 2004.

ALVES, R.M., ZAMBALDE, A.L., FIGUEIREDO, C.X. **Sistemas de Informação**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 79p.

AMORIM, A.K.B., NARDI, I.R., DEL NERY, V. Water conservation and effluent minimization: Case study of a poultry slaughterhouse. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 51, n. 1, p. 93-100, 2007.

AMUNDSEN, A. **Preventive wastes minimization process for sustainable development**. Palestra no Prim. Congresso Internacional de Tecnologia Limpa Aplicada ao Setor de Alimentos. Florianópolis, ago. 1999.

ANDRADE, Nélio J.; MACÊDO, Jorge A.B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996.

ANTUNES, M. A. **Sistema multimídia de apoio à decisão em procedimentos de higiene, para unidades de alimentação e nutrição**. Viçosa: UFV (Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 2003. 80p.

ANUALPEC 2004. Anuário da pecuária Brasileira. São Paulo, FNP, 2004.376p.

ASDRUBALI, M.; STRADELI, A. **Los mataderos**. Zaragoza: Acribia, 1969

BEAL, Adriana. **Manual de Gestão da Tecnologia da Informação**, 2001.

BELLAVER, C. Inter-relações de beneficiamento dos subprodutos do abate com a produção animal, ambiente e economia do Brasil. In: WORKSHOP SOBRE SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO, 2, 2003, São Paulo. **Memórias...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003, p.1-7.

BIODIESEL: o sebo que produz energia. **Revista Frigorífico: o açougueiro moderno**, n. 140, março de 2007. Disponível em: http://www.revistafrigorifico.com.br/revista/edicao_140.html, Acesso em: 20/10/2007.

BORJA, R., BANKS, C.J., WANG, Z. Performance of a hybrid anaerobic reactor, combining a sludge blanket and a filter, treating slaughterhouse wastewater. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.43, p.351-357. 1995.

BRAGA, J.L. **Sistemas de Informação**. Viçosa: MBA em Gestão do agronegócio, 2003.

BRAILE, P.M., CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados (DICAR). **Inspeção de Carnes; Padronização de Técnicas, Instalações e Equipamentos. I - Bovinos**. Brasília: Panorama Artes Gráficas, 1971. 198p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. Portaria n. 711, de 01 de novembro de 1995. Aprova as Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos. **Lex**: Diário Oficial da União de 03 de novembro de 1995, Seção I, p.17625-17626. Brasília, 1995.

BRASIL. Decreto n. 30.691, alterado pelos Decretos n. 1.255 de 25-06-62, n. 1.236 de 02-09-94, n. 1.812 de 08-02-96 e n. 2.244 de 04-06-97. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). **Lex**: Diário Oficial da União de 05 de junho de 1997, Seção I, p.11555. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas.

Instrução Normativa n. 3, de de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. **Lex:** Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção I, pág. 14-16. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, MAPA. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>, Acesso em: 01/05/2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. Instrução Normativa n. 8 de 25 de março de 2004. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. **Lex:** Diário Oficial da União de 26 de março de 2004, Seção I, p.5. Brasília, 2004.

BRESSAN, M.C., VIEIRA, J. O., FARIA, P. B., NETO, J. V., ANDRADE, P. L., FIGUEIREDO, E. E. S. **História, Aspectos Econômicos, Obtenção e Ciência da Carne.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 113p.

CAIXETA, C.E.T., CAMMAROTA, M.C., XAVIER, A.M.F. Slaughterhouse wastewater treatment: evaluation of a new three-phase separation system in a UASB reactor. **Bioresource Technology**, v.81, p.61-69, 2002.

CANHOS, D.A.L., DIAS, E.L. **Tecnologia de carne Bovina e Produtos Derivados.** Fundação Tropical de Pesquisa e tecnologia (FTPT). Governo do Estado de São Paulo - Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. 440p.

CARAWAN, R. E., PILKINGTON, D. H. **Reduction in Waste Load From a Meat Processing Plant-Beef.** North Carolina Agricultural Extension Service - North Carolina State University, Asheboro, N.C., 1986.

CARVALHO, T.C. **Análise geral do SGQ: sistema ISO 14000 (SGA) e sistema ISO 18000 (SGL), completando o sistema ISO 9000 (SGQ e SGP).** Belo Horizonte: Lital, 1997.

CAVALCANTE, J. F. M., **Sistema multimídia de apoio à decisão na fabricação de queijo coalho com qualidade,** Viçosa: UFV (Tese Doutorado), 2005. 158p.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Prevenção à Poluição: conceitos e definições. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>, Acesso em: 06/03/2006.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório para estabelecimento de padrões de emissão – indústria de carnes.**São Paulo: CETESB. 1978.

CHAMBERS, P.G., GRANDIN, T. **Guidelines for Humane Handling, Transport and Slaughter of Livestock**. Food and Agriculture Organization - FAO (RAP Publication 2001/4), 2001.

CHAVES, E.O.C.; FALSARELLA, O.M. Sistemas de informação e Sistemas de Apoio a Decisão. **Revista do Instituto de Informática**, PUC-Campinas, v. 3, n. 1, p. 24-31, 1995.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Editora UFV, 1. ed., 2ª reimpressão, 1999. 81 p. (Cadernos didáticos, 66)

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - reatores anaeróbios**. Belo Horizonte - MG: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. v.5, 246p.

CNPC - CONSELHO NACIONAL DA PECUÁRIA DE CORTE. **Balanço da pecuária bovina de corte**. Site corporativo. Disponível em <<http://www.cnpc.org.br>>, Acesso em: 06/03/2006

CNTL. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas: Relatório**. Porto Alegre: FIERGS, 1998.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental – MG. **Deliberação normativa nº 01/90 - nova redação**: Estabelece os critérios e valores para indenização dos custos de análise de pedidos de licenciamento ambiental, e dá providências. 22/03/1990.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995.

ESTEVES, E.A. **Windiet – Sistema de apoio à decisão para avaliação do estado nutricional prescrição de dietas**. 1996. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FIESP/CIESP, **Manual de Conservação e Reuso de Água para a Indústria**, Vol. 1. Disponível: <http://www.fiesp.com.br/download/publicacoesmeio_ambiente_/reuso.pdf>. Acesso em: 31/01/2006.

FONSECA FILHO, A.A., **Protótipo de sistema multimídia para apoio ao gerenciamento da qualidade total em laticínios**. Viçosa:UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 1998. 94p.

FREITAS, L.H. **Sistema especialista para diagnóstico de toxinfecções alimentares de origem bacteriana**. Viçosa:UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 1995. 97p.

GOKHALE, S., HASTAK, M. Decision aids for the selection of installation technology for underground municipal infrastructure systems. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 15, suppl. 1, p. 1-11, 2000.

GOMIDE, L. A. M., RAMOS, E. M., FONTES, P. R. **Tecnologia de Abate e Tipificação de Carcaças**. Viçosa: Editora UFV. 2006. 370p.

GRANDIN, T. **Good management practices for animal handling and stunning (beef, pork and lamb slaughter plants training manual)**. 2nd edition, American Meat Institute Foundation, 2000. Disponível em: <<http://www.grandin.com/>>. Acesso em: 25/04/2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30/04/2004.

IMHOFF, K., IMHOFF, K.R. **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo: Edgar Blücher, 1996. 301p.

JOHNS, M.R. Developments in wastewater Treatment in the Meat Processing Industry: A Review. **Bioresource Technology**, 54, 203-216. 1995.

JORDÃO, E. P., PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995. 3^a ed. 720p.

LIU, D.C., OCKERMAN, H.W. Meat Co-Products. In: HUY, Y.H., NIP, W., ROGERS, R.W., YOUNG. O.A. **Meat Science and Applications**. New York: Marcel Dekker, Inc. 2001.

LUO, K. Q., HUANG, Y. L. Fuzzy logic and expert system based decision support for waste minimization in electroplating plants. **Environmental Awareness and Technical Issue**, AIChE, p-796-804, 1995.

LUO, K. Q., HUANG, Y. L. Intelligent decision support for waste minimization in electroplating plants. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v.10, n.4, p.321-333, 1997.

MACÊDO, J. A. **Sistema especialista para o controle e tratamento da água na indústria de alimentos**. Viçosa: UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 1994. 105p.

MACHADO, R.M.G.; FREIRE, V.H.; SILVA, P.C.; FIGUERÊDO, D.V.; FERREIRA, P.E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios**. Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, 2002. 224p.

MAIMON, D. . **Passaporte Verde: Gestão Ambiental e Competitividade**. 1. ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 1996. 122 p.

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

MANJUNATH, N.T., MEHROTA, I., MATHUR, R.P. Treatment of wastewater from slaughterhouse by DAF-UASB system. **Water Research**, v.34, n.6, p.1930-1936, 2000.

MARQUARDT, L. **Influência do estresse *ante mortem* sobre a qualidade da carne suína e sua conseqüência na elaboração de presuntos cozidos**. Santa Maria: UFSM (Tese de mestrado em Engenharia de Produção), 1997.

MARTÍNEZ, J., BORZACCONI, L., MALLO, M., GALISTEO, M., VIÑAS, M. Treatment of slaughterhouse wastewater. **Water Science and Technology**, v.32, n.12, p. 99-104, 1995.

MASSE, D.I., MASSE, L. Characterization of wastewater from hog slaughterhouse in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater systems. **Canadian Agricultural Engineering**, v.42, n.3, p. 139-146. 2000.

MAURER, H. Um panorama dos sistemas de hipermídia e multimídia. In: THALMANN, N. M.; THALMANN, D. (Org.). **Mundos virtuais e multimídia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, p. 1-15, 1993.

MOTA, R.S. **Sistema multimídia para ensino e aprendizado de irrigação**. Viçosa:UFV (Tese de mestrado em Engenharia Agrícola), 2001. 91p.

MUCCILOLO, P. **Carnes, estabelecimentos de matança e de industrialização**. São Paulo: Ícone, 1985.

OCKERMAN, H.W., HANSEN, C.L. **Industrialización de subproductos de origem animal**. Zaragoza: Acribia, 1994. 387p

PACHECO, J.W.; YAMANAKA, H.T. **Guia técnico ambiental de abates (bovinos e suínos) – Série P+L**. São Paulo: CETESB. 2006a. 98p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp>

PACHECO, J.W.; YAMANAKA, H.T. **Guia técnico ambiental de fridoríficos: industrialização de carnes (bovinos e suínos) – Série P+L**. São Paulo: CETESB. 2006b. 88p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp>

PACHECO, J.W. **Guia técnico ambiental de graxarias – Série P+L**. São Paulo: CETESB. 2007. 76p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp>

PARDI, M.C., SANTOS, I.F., SOUZA, E.R., PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, 1ª edição, Goiânia: CEGRAF-UFG, v.1 (Ciência e Higiene da Carne. Tecnologia da sua Obtenção e Transformação), 1995. 586p

PARDI, M.C., SANTOS, I.F., SOUZA, E.R., PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, 1ª edição, Goiânia: CEGRAF-UFG, v.2 (Tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento tecnológico), 1996. 586p.

PAULI, G. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade**. Trad. José W.M. Kathler; Maria T.R. Rodriguez. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, M. R. L. **Sistema de Gestão e Proteção Ambiental**. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2005.

PÉREZ-CHABELA, M.L., LEGARRETA, I.G. Slaughtering and Processing Equipment. In: HUY, Y.H., NIP, W., ROGERS, R.W., YOUNG, O.A. **Meat Science and Applications**. New York: Marcel Dekker, Inc. 2001.

PHIPPS, E. Pollution Prevention Concepts and Principles. In: NATIONAL POLLUTION PREVENTION CENTER FOR HIGHER EDUCATION. **Introductory Pollution Prevention Materials**. Michigan: University of Michigan. 1995.

POCH, M., COMAS, J., RODRÍGUEZ-RODA, I., SANCHEZ-MARRE, M., CORTÉS, U. Designing and building real environmental decision support systems. **Environmental Modelling & Software**, v. 19, n. 9, p. 857-873, 2004.

POHLMANN, M. Água e efluentes na indústria frigorífica. **Revista nacional da carne**, n. 329, Julho, 2004.

RAMOS, A. L. S.; **Desempenho de reatores anaeróbios de alta taxa no tratamento de efluentes gerados em unidades de abate e processamento de suínos**. Viçosa: UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 2002. 76p.

ROÇA, R.O., SERRANO, A.M. Operações de Abate de Bovinos. **Revista Nacional da Carne**, n.184, p.48-58, 1996.

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

SEBRAE. **Ferramentas para implantação do sistema APPCC**. CD-ROM. Rio de Janeiro: CNI/SENAI, 2002.

SEBRAE-SP. **A Informatização nas MPes Paulistas** – Relatório. São Paulo: SEBRAE-SP, 1ª Edição, Agosto 2003. 53p.

SENAI. **Guia do empresário para o sistema APPCC**. Rio de Janeiro: SENAI/DN, 1998.

SILVA, D.J.P. **Diagnóstico do consumo de água e da geração de efluentes em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um**

sistema multimídia de apoio. Viçosa: UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos); 2006. 91p.

SILVEIRA, D.D. **Modelo para seleção de sistemas de tratamento de efluentes de indústria de carnes.** Florianópolis: Centro Tecnológico – UFSC (Tese de doutorado em Engenharia de Produção), 1999. 286p.

SIMON, U., BRUGGEMANN, R., PUDENZ, S. Aspects of decision support in water management – example berlin and Potsdam (Germany) I- Spatially differentiated evaluation. **Water research**, v.38, n.7, p. 1809-1816, 2004.

SNIJDERS, J. Good manufacturing practices in slaughter lines. **Fleischwirtschaft**, v.68, n.6, p.753- 756, 1988.

SPROESSER, R. L. **Utilização de técnicas de inteligência artificial no planejamento da produção e controle da qualidade na indústria de laticínios.** Viçosa: UFV (Tese de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 1991. 121p.

TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F.L., STENSEL, H.D. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse/** Metcalf & Eddy, Inc. 4th edition. New York: McGraw-Hill. 2003. 1819p.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. Desempenho Ambiental e Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2005a.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. Qualidade Ambiental e Ecoeficiência: nova postura. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Último acesso: 28/04/2005b.

TROCHIM, W. M. K. **Likert scaling.** 2000. Disponível em: <<http://www.trochim.human.cornell.edu//kb/scallic.htm>>. Acesso em: 07/07/2003.

TURBAN, E. Decision support systems (**DSS**) a new frontier for industrial engineering. **Computers & Industrial Engineering**, v. 7, n. 1, p. 41-48, 1983.

USDA. Produção Mundial de Carne Bovina. www.usda.gov. 26 de abril de 2004.

VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente.** Campina Grande: Epgraf, 1994. 208p.

VARNAN, A.H, SUTHERLAND, J.P. **Meat and Meat Products.** New York: Chapman & Hall, 1995. 430p

VAUGHAN, T. **Multimídia na prática.** São Paulo. Makron Books, 1994. 545p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria.** Brasília – DF: ABEAS, Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1996a. 92p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 2^a. ed. Belo Horizonte - MG: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996b. v.1, 243p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - lagoas de estabilização.** Belo Horizonte - MG: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996c. v.3, 140p.

VON SPERLING, M. **Tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria.** Brasília - DF: ABEAS, Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1996d. 92p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - lagoas de estabilização.** Belo Horizonte - MG: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. v.4, 415p.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

MEMORIAL DE CÁLCULO EMPREGADO NO SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

1. Definição das variáveis

VAZAO = vazão (m³/dia)

DBO = demanda bioquímica de oxigênio (g/L)

SS = sólidos sedimentáveis (g/L)

SO = operação da indústria (dias/semana)

TO = turno de operação (h/dia)

BOI_QUANT = quantidade de bovinos abatidos (animais/dia)

BOI_FREQ = frequência de abate de bovinos (dias/semana)

BOI_AGUA = quantidade de água gasta por bovino (m³/animal)

SUINO_QUANT = quantidade de suínos abatidos (animais/dia)

SUINO_FREQ = frequência de abate de suínos (dias/semana)

SUINO_AGUA = quantidade de água gasta por suíno (m³/animal)

2. Caracterização do efluente:

2.1. Caracterização do efluente conhecida:

$$CARGA = DBO \cdot VAZAO$$

2.2. Caracterização do efluente desconhecida:

$$VAZAO = \frac{(BOI_QUANT \cdot BOI_AGUA \cdot BOI_FREQ) + (SUINO_QUANT \cdot SUINO_AGUA \cdot SUINO_FREQ)}{SO}$$

$$CARGA = \frac{(5 \cdot BOI_QUANT \cdot BOI_FREQ) + (2 \cdot SUINO_QUANT \cdot SUINO_FREQ)}{SO}$$

$$DBO = \frac{CARGA}{VAZAO}$$

$$SS = \frac{(5 \cdot BOI_QUANT \cdot BOI_FREQ) + (2 \cdot SUINO_QUANT \cdot SUINO_FREQ)}{VAZAO \cdot SO}$$

3. Dimensionamento dos sistemas de tratamento:

3.1. Tratamento Preliminar e Primário

3.1.1. Desarenador

$$A1 = \frac{VAZAO}{1728}$$

3.2. Tratamento Secundário

3.2.1. Lagoa Facultativa

$$A3 = \frac{CARGA}{200} * 10000$$

$$V1 = A3 * 2,5$$

$$TDH = \frac{V1}{VAZAO}$$

$$DBO_{Final} = \left\{ \frac{DBO}{(1 + 0,33 * TDH)} + 0,35 * SS \right\}$$

$$E = \frac{(DBO - DBO_{Final}) * 100}{DBO}$$

3.2.2. Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa

Lagoa anaeróbia:

$$V2 = \frac{CARGA}{0,2}$$

$$A4 = \frac{V2}{4,5}$$

$$DBO_1 = 0,5 * DBO$$

Lagoa Facultativa:

$$A5 = \frac{VAZAO * DBO_1}{200} * 10000$$

$$V3 = A5 * 2,5$$

$$TDH = \frac{V3}{VAZAO}$$

$$DBO_{Final} = \left\{ \frac{DBO_1}{(1 + 0,33 * TDH)} + 0,35 * SS \right\}$$

$$E = \frac{(DBO - DBO_{Final}) * 100}{DBO}$$

3.2.3. Lagoa Aerada Facultativa

$$V4 = VAZAO * 3$$

$$A6 = \frac{V4}{3,5}$$

$$H = \frac{V4}{A6}$$

$$DBO_{Final} = \left\{ \frac{DBO}{6,6} + 0,15 * SS \right\}$$

$$E = \frac{(DBO - DBO_{Final}) * 100}{DBO}$$

$$RO = VAZAO * (DBO - DBO_{Final})$$

3.2.4. Lagoa Aerada seguida de Lagoa de Decantação

Lagoa aerada de mistura completa:

$$V5 = \text{VAZAO} * 3$$

$$A6 = \frac{V5}{3,5}$$

$$X = \frac{600 * (DBO - 0,1)}{1,18}$$

$$DBO_{\text{Ftmal}} = \left\{ \frac{DBO}{1 + 0,051 * X} + 0,15 * SS \right\}$$

$$E = \frac{(DBO - DBO_{\text{Ftmal}}) * 100}{DBO}$$

$$RO = 1,2 * \text{VAZAO} * (DBO - DBO_{\text{Ftmal}})$$

Lagoa de decantação:

$$A7 = \frac{\text{VAZAO}}{1,5}$$

$$V6 = A7 * 3$$

3.2.5. Filtro anaeróbio

$$V8 = 1,00 * \text{VAZAO}$$

$$A9 = \frac{V8}{1,8}$$

$$DBO_{\text{Ftmal}} = 0,2 * DBO$$

3.2.6. Reator UASB

$$V9 = \frac{\text{VAZAO}}{3}$$

$$A10 = \frac{V9}{4,5}$$

$$DBO_{\text{Ftmal}} = 0,2 * DBO$$

APÊNDICE 2

NOTAS DA AVALIAÇÃO DA INTERFACE E DO CONTEÚDO DO SISTEMA MULTIMÍDIA DE ACORDO COM A ESCALA LIKERT

Avaliador	Questões										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	9	8	8	7	9	9	8	9	8	7	8
2	7	6	5	8	7	7	7	6	6	6	6
3	8	7	8	7	9	9	9	8	8	6	6
4	8	7	7	8	7	8	6	7	8	8	8
5	8	7	7	8	7	8	6	7	8	8	8
6	8	7	8	8	8	8	8	8	7	8	7
7	9	8	9	7	9	8	7	8	9	7	7
8	9	9	8	9	9	9	8	9	9	8	9
9	9	7	5	9	8	8	7	9	8	8	NA
10	8	7	7	9	8	8	7	8	8	9	8
11	8	7	7	8	8	9	7	8	9	9	9
12	7	7	8	9	8	7	8	8	8	9	9

NA – não avaliado

APÊNDICE 3

NOTAS DA AVALIAÇÃO DOS MÓDULOS DO SISTEMA MULTIMÍDIA DE ACORDO COM A ESCALA LIKERT

Avaliador	Ambientes Avaliados							
	GA	PA	SP	ST	SAD	G	SM	C
1	8	9	9	9	7	7	8	9
2	6	7	8	7	7	6	3	6
3	8	8	8	7	7	8	6	8
4	8	8	8	9	9	9	8	9
5	8	8	8	9	9	9	8	9
6	8	9	8	8	8	7	8	7
7	8	9	9	8	9	6	9	9
8	9	9	9	8	9	9	9	9
9	9	9	8	9	8	9	8	8
10	8	8	9	8	8	8	8	9
11	8	9	9	9	9	8	8	9
12	8	7	8	9	9	9	8	9

Ambientes avaliados: GA – Gerenciamento Ambiental; PA – Processo de Abate; SP – Subprodutos; ST – Sistemas de Tratamento; SAD – Sistemas de Apoio à Decisão; G – Glossário; SM – Saiba mais!; C – Contato.

APÊNDICE 4

NOTAS DA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO DE ACORDO COM A ESCALA LIKERT

Avaliador	SAD - Gerenciamento			SAD - Dimensionamento		
	1	2	3	1	2	3
1	9	9	9	7	7	8
2	6	7	6	6	6	6
3	8	8	7	7	8	7
4	9	8	8	8	9	8
5	9	8	8	8	9	8
6	8	6	7	8	8	8
7	9	9	9	3	8	8
8	9	9	9	9	8	9
9	7	8	7	8	8	7
10	9	8	8	9	8	8
11	8	9	9	8	9	9
12	9	8	8	9	9	9