

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA A MINIMIZAÇÃO
E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FECULARIAS E DAS
INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE AVES, SUÍNOS E
PESCADOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

por

Edna Regina Amante



0.266.999-8



UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS, 1997

EDNA REGINA AMANTE

**PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA A MINIMIZAÇÃO
E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FECULARIAS E DAS
INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE AVES, SUÍNOS E
PESCADOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

**TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA**

FLORIANÓPOLIS, 1997

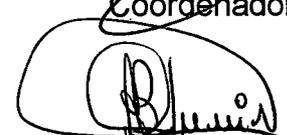
EDNA REGINA AMANTE

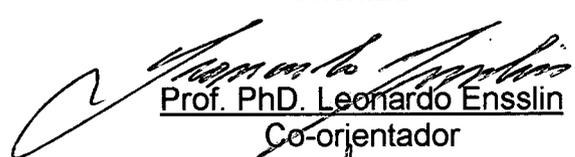
PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA A MINIMIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO
DE RESÍDUOS DE FECULÁRIAS E DAS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE
AVES, SUÍNOS E PESCADOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

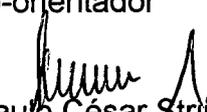
ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTOR" EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, E APROVADA EM SUA FORMA
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

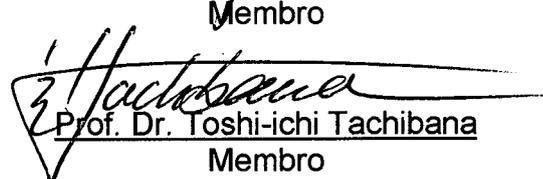

Prof. PhD. Ricardo Miranda Barcia
Coordenador

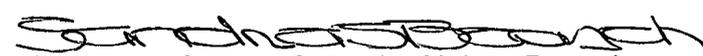
Banca Examinadora:

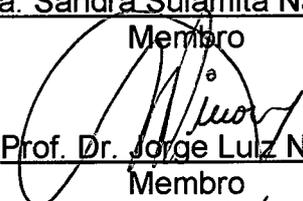

Prof. Dr. Armando Berges de Castilhos Junior
Orientador


Prof. PhD. Leonardo Ensslin
Co-orientador


Prof. PhD. Paulo César Stringheta
Membro


Prof. Dr. Toshi-ichi Tachibana
Membro


Prof. Dra. Sandra Sulamita Nahas Baasch
Membro


Prof. Dr. Jorge Luiz Ninow
Membro


Prof. PhD. Bruno Hartmut Kopittke
Membro

Dedico:

*A Deus, presente na família, nos amigos e em
todas as coisas.*

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, por conceder licença para a realização do curso.

Ao Programa CNPq/Monbusho, pela concessão da bolsa de doutorado sanduiche.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC.

Ao Departamento de Engenharia Química do Instituto de Tecnologia de Tóquio (Tokyo Institute of Technology), por receber-me para a realização do trabalho. Principalmente, por ter servido de base para os contatos com outras instituições no Japão.

Às indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias, pelo apoio para a realização do trabalho.

Aos professores:

PhD. Atsushi Kanzawa, orientador no Tokyo Institute of Technology;

Dr. Masaaki Muraki, co-orientador no Tokyo Institute of Technology;

Dr. Masahiro Yamada, Tsukuba University;

Dr. Idetoshi Sekiguchi, Tokyo Institute of Technology;

Dr. Takayuki Watanabe, Tokyo Institute of Technology;

Dr. Antônio Sérgio Coelho, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC.

Aos que a confiança depositada é inesquecível:

Prof. Dr. Antônio Galvão Novaes, Engenharia de Produção, UFSC;

Prof. Dr. Toshi Ichi Tachibana, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, USP;

Prof. Dr. Tsugukiyo Hirayama, Yokohama National University;

Prof. PhD. Akinori Noguchi, Japan International Research Center for Agricultural Sciences;

Dr. Keiji Handa, National Institute for Resources and Environment (NIRE), Japão;

Dr. Masataka Fujita, Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Meiji Seika Kaisha Ltd., Japão;

Dr. Tarcísio Delia Senta, United Nations University;

Prof. Dra. Iara Della Senta, CNPq;

Prof. PhD. Warunee Varayanond, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, Tailândia.

Prof. PhD. Leonardo Ensslin, Engenharia de Produção, UFSC;

Prof. Mario José Elias Nicolau (*in memoriam*), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFSC;

Eng. Agr. Mauro Luiz Lavina, EPAGRI, SC;

Sra. Luciana Malagutti, FIESC/IEL;

Dr. Carlos Victor Ohf, Cassava Agro Industrial, Rio do Sul, SC;

Ao Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Júnior, pela orientação, confiança, compreensão e amizade.

Às amigas Bel. Maria Inês Nava Azevedo e Prof. PhD. Cleide Rosana Vieira Batista, as quais tomo como exemplos para agradecer a todos os que me ajudaram nesta jornada.

À Engenheira de Alimentos Karina Beneti, pelo apoio e amizade.

Aos meus pais, Maria da Luz Amante e Wilmar Wilck Amante (*in memoriam*) e, aos meus irmãos, cujo exemplo de vida me faz acreditar e lutar por tudo o que quero para a nossa sociedade.

Aos professores da escola pré-primária, do Núcleo de Desenvolvimento Infantil, UFSC, e do Jardim e Infância Sushin, no Japão, pelos cuidados com minha filha durante a minha ausência.

A todos aqueles que ajudaram, os quais não citei o nome.

À minha filhinha Gabriela e ao meu esposo Pedro Gabriel, pela angelical companhia de todas as horas.

A Deus, por tudo!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
SUMÁRIO	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE QUADROS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	1
CAPÍTULO 2	7
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. AÇÕES GLOBAIS PARA A QUALIDADE AMBIENTAL	7
2.2. MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	10
2.3. PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO E A IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS LIMPAS	19
2.4. GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS - IDENTIFICANDO TERMOS	32
2.5. A MODELAGEM COMO FERRAMENTA PARA OS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL	35
CAPÍTULO 3	42
METODOLOGIA E ANÁLISE DO PROBLEMA	42
3.1. O CASO DAS INDÚSTRIAS DE AVES, SUÍNOS, PESCADOS E FECULARIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA	45
3.1.1. Produção de Carne de Aves	45
3.1.2. Produção de Carne Suína	47
3.1.3. Produção de Pescados	48
3.1.4. Produção de Amido de Mandioca	50
3.1.5. Características e Geração de Resíduos das Indústrias de Aves, Suínos, Pescados e Fecularias	52

3.2. MODELO GLOBAL DA GESTÃO AMBIENTAL E UM PANORAMA DA CONCEPÇÃO SOBRE RESÍDUOS JUNTO AOS GRUPOS DE INTERESSE NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO _____	57
3.3. ESTRUTURA GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS NAS INDÚSTRIAS _____	64
CAPÍTULO 4 _____	68
O MODELO MATEMÁTICO _____	68
4.1. FORMULAÇÃO CONCEITUAL _____	68
4.1.1. A tomada de Decisão em Gestão de Resíduos - Método da Seleção Prévia Entre Sistemas _____	68
4.1.2. Avaliação do Benefício Econômico e Ambiental dos Sistemas para o Processamento de Resíduos _____	100
4.2. MODELO MATEMÁTICO PARA O PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS _____	103
4.2.1. Formulação Matemática _____	106
4.3. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO MODELO _____	107
CAPÍTULO 5 _____	123
INTEGRAÇÃO ENTRE INDÚSTRIAS, UNIVERSIDADES E GOVERNOS - MODELO PARA A GESTÃO AMBIENTAL _____	123
CAPÍTULO 6 _____	134
CONCLUSÕES E SUGESTÕES _____	134
A N E X O S _____	141
ANEXO A _____	142
ANEXO B _____	145
ANEXO C _____	148
ANEXO D _____	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	163

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O tratamento de resíduos (Laigo, 1994).	34
Figura 2 - A Valorização de resíduos (Laigo, 1994).	34
Figura 3 - A tecnologia limpa (Laigo, 1994).	34
Figura 4 - Representação da metodologia adotada.	44
Figura 5 - Distribuição microrregional das indústrias de fécula e das processadoras de aves, suínos e pescados do Estado de Santa Catarina (FIESC, ICEPA).	53
Figura 6 - Fluxograma sintético da produção de carne de aves e geração de resíduos.	54
Figura 7 - Fluxograma sintético da produção de carne suína e geração de resíduos.	54
Figura 8 - Fluxograma sintético do processamento de pescados e geração de resíduos.	56
Figura 9 - Fluxograma sintético da produção de amido de mandioca e geração de resíduos.	57
Figura 10 - Estrutura da utilização de sistemas e procedimentos para a gestão de resíduos.	59
Figura 11 - Panorama geral da concepção de resíduos nas indústrias	60
Figura 12 - Panorama geral da concepção das instituições sobre resíduos industriais.	61
Figura 13 - Panorama geral da concepção dos governos sobre resíduos industriais.	62
Figura 14 - Estrutura em níveis da gestão de resíduos na indústria.	67
Figura 15 - Sistemas para o processamento de resíduos das indústrias de aves e suínos	81
Figura 16 - Sistemas para o processamento de resíduos da indústria de pescados	93
Figura 17 - Sistemas para o processamento de resíduos da indústria de amido de mandioca	99
Figura 18 - Estrutura do modelo matemático para o processamento de resíduos.	105
Figura 19 - Relação entre o benefício econômico e quantidade de resíduos processados pelos i sistemas de processamento de resíduos das indústrias processadoras de aves.	113
Figura 20 - Fluxograma das variantes do exemplo.	114
Figura 21 - Geração de sistemas para a minimização de resíduos industriais.	126
Figura 22 - Ação para o uso efetivo de tecnologias para a minimização de resíduos.	128
Figura 23 - Pontes de interesse nos procedimentos para a minimização de resíduos.	131
Figura 24 - Ações para a utilização de sistemas de minimização e valorização de resíduos industriais.	132
Figura 25 - Rede para a minimização de resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias do Estado de Santa Catarina.	133
Figura 26 - Procedimentos para a qualidade ambiental, das tradicionais às novas empresas ambientais.	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Índices da produção de alimentos em alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento (FAO, 1993). _____	23
Quadro 2 - Produção de carne de aves, suínos e pescados no Estado de Santa Catarina (CEPSUL, 1994; ICEPA, 1996) _____	49
Quadro 3 - Produção e rendimento de raízes de mandioca no Estado de Santa Catarina (ICEPA, 1996). _____	51
Quadro 4 - Parâmetros para as avaliações ambientais e de composição dos resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias. ____	103
Quadro 5 - Representação da localização e da produção de aves por microrregiões e por municípios do Estado de Santa Catarina _____	109
Quadro 6 - Relação entre capacidade instalada e benefício econômico para o processamento de resíduos da indústria de aves _____	110
Quadro 7 - Y_i esperados para os sistemas de processamento de resíduos de aves propostos. _____	111
Quadro 8 - Quantidade de resíduos sólidos liberados (ton/dia) pela indústria (j), segundo o sistema (i) e a capacidade instalada. _____	115
Quadro 9 - Características dos resíduos sólidos e líquidos segundo o sistema (i) e a capacidade instalada. _____	117

RESUMO

As crescentes iniciativas globais para a melhoria da qualidade ambiental, apesar do investimento envolvido, não têm atingido a eficiência desejada. Este trabalho teve sua origem na observação desta realidade e, no sentido de contribuir para a reversão deste quadro, identifica a necessidade de iniciativas setoriais, concorrendo para o incremento da eficiência global na utilização de metodologias existentes para a minimização e valorização de resíduos.

Propõe estruturar uma metodologia para a solução dos problemas ambientais, de forma setorial, aqui aplicada à indústria de alimentos, especificamente às indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias do Estado de Santa Catarina, caracterizando-as quanto aos processos produtivos e geração de resíduos.

Identifica as concepções sobre resíduos industriais, entre os órgãos governamentais fiscalizadores, indústrias e instituições de pesquisa, ensino e extensão, através de questionários e entrevistas.

Constrói um modelo matemático para minimizar resíduos e maximizar o benefício econômico e ambiental com o seu processamento. Aplicado aos setores estudados, sistemas de processamento de resíduos são apresentados, objetivando compará-los quanto ao benefício econômico e ambiental, em uma etapa de seleção prévia, a qual reduz significativamente o número de variáveis no modelo propriamente dito e possibilita a sua resolução através de programação linear. Ilustrando o modelo proposto, um exemplo é simulado, e resolvido, para as indústrias de aves.

Apresenta um procedimento para incrementar a taxa de aplicação de tecnologias limpas pelas indústrias. Considerando a necessidade de um trabalho integrado entre grupos de interesse, tanto para a coleta de dados numéricos quanto tecnológicos, legais e práticos, apresenta um modelo para a ação integrada de gestão ambiental entre indústrias, governos e instituições, com a formação de bases de conhecimento alocadas nas regiões de trabalho, envolvendo pessoal das indústrias, universidades e governos; e uma conexão, em rede, com a nucleação das bases de conhecimento situada em instituição de reconhecida estrutura acadêmica e científica, onde a informação fluida, dinamiza o sistema.

As tradicionais empresas ambientais e as novas empresas ambientais são comparadas, concluindo-se que a integração é necessária, mesmo para a ação das novas empresas ambientais. Sistemas preventivos resultam em maiores benefícios sociais, econômicos, intelectuais e ambientais do que ação corretiva das tradicionais empresas ambientais.

ABSTRACT

Crescent global initiatives to improve environmental quality, although the evolved investment, do not have achieved desirable efficiency. This work had its origin from the observation of this reality, and direction to contribute to revert this picture, identify the need of sectorial initiatives, concurring to improve the global efficiency of existent methodology's use to minimization and valorization of wastes.

Proposes to structure a methodology to solution of environmental problems, of sectorial form, here applied to food industries, specifically to poultry, swine, fish and cassava starch industries from Santa Catarina State, characterizing its about productive process and wastes generation.

Identify conceptions on industrial wastes, between governmental inspectors, industries and institutions of teaching, research and extension, across questionnaire and interview.

Built a mathematical model to minimize industrial wastes and maximize economical and environmental benefit with its processing. Applied to studied sectors, systems of wastes processing are presented, looking for to do a comparison about the economical and environmental benefits, in a phase of pre-screening, where the number of variables is reduced and permits to resolute the problem by linear programming. Showing the proposed method, an example is simulated and resolute to poultry industry.

Presents some proceeds to improve applications tax of clean technologies by industries. Considering the need of an integrated work between interested groups, to collet of numerical, technologic, legal and practical data, presents a model to integrated action of environmental management between industries, governments and institutions, with the formation of knowledge bases in works regions, involving personnel from industries, governments and institutions; a connection by network, with the nucleation of knowledge bases in institution of expressive academic and scientific structure, where the flux of information dinamizes the system.

Traditional environmental enterprises and new environmental enterprises are compared, concluding that the integration its necessary, at the same form to action of new environmental enterprise. Preventive systems, results better social, economic, intellectual and environmental benefits that corrective action from traditional environmental enterprises.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Conferências internacionais sobre o meio ambiente, desde Estocolmo, em 1972 (Gaimusyou Kokusai Renngoukyoku keisai ka Chikyu kah Kyou Shitu, 1991), até a Rio 92 (Environment Agency Government of Japan, 1993), têm discutido a questão ambiental como um problema global. Reuniões vão se seguindo e os seus benefícios para o meio ambiente, advindos das decisões globais, têm mostrado um pequeno efeito sobre a melhoria da qualidade ambiental.

Enquanto os países desenvolvidos, maiores consumidores, vêm mantendo constante a emissão de poluentes gasosos, os países em desenvolvimento são pioneiros na poluição do solo e água. Alguns países em desenvolvimento são potenciais, emergentes, supridores de alimentos, enquanto que a taxa de incremento na produção agrícola é proporcional aos aumentos nos parâmetros de poluição nestes países. Esta realidade justifica a preocupação em resolver o problema ambiental a nível global.

O que está sendo confundido, de forma genérica, é a ação para solucionar os problemas ambientais. Todas as conferências internacionais globalizam recursos e decisões para os problemas que são um somatório de vários pequenos problemas, oriundos de multi-setores. Procurando resolver isso, décadas estão passando e os resultados, embora existam, são de eficiência questionável.

Qualidade ambiental é um problema que envolve fatores sociais, políticos, econômicos e ecológicos. Produção e consumo de produtos industrializados têm

sido o centro das atenções dos ambientalistas. Em contrapartida, os melhores exemplos de soluções para o meio ambiente estão florescendo do setor industrial 65,132. Utilizando novos processos de tecnologia limpa, formando consórcios com outras empresas e grupos de discussão, a sociedade tem tido das indústrias os melhores exemplos de que é possível crescer mantendo o desenvolvimento sustentável - produzir o que necessitamos hoje, mantendo a qualidade ambiental para as futuras gerações fazerem o mesmo (World Commission Environment and Development, 1987).

Estes exemplos são realidade, mas exatamente no setor industrial, há muito trabalho para ser feito. Embora hoje a concorrência entre empresas seja feita por produtos e processos, onde o processamento dos resíduos tem grande peso, existem indústrias que ainda desconhecem o valor da revisão de processo, utilização de resíduos e discussão em grupos como uma oportunidade para novos negócios e melhoria da sua imagem no mercado (ISO/TC207/SC1/WG2, 1995; SEBRAE, IBAMA, INSTITUTO HERBERT LEVY, 1996).

Indústrias são implantadas para atender às necessidades do mercado, atingindo seus planos de negócios. Elas fazem parte de um sistema onde os integrantes, fornecedor e consumidor, têm responsabilidades sobre o meio ambiente. Indústrias, consumidores e governos estão conscientes da necessidade de proteção ambiental. A indústria libera seus resíduos, procurando fazê-lo dentro da sua capacidade de investimento e de acordo com as normas da Legislação Ambiental, enquanto os consumidores, população, atribuem aos governos municipais a responsabilidade sobre o tratamento dos seus resíduos.

São inúmeros os trabalhos demonstrando o valor dos resíduos como matérias-primas para outros produtos, por outro lado, a contribuição destes trabalhos para a solução do problema ambiental de forma global é muito pequena. Temos soluções sem uma utilização global efetiva, indústrias do mesmo setor, usando tecnologia limpa e outras, concorrentes, onde o cumprimento da Legislação Ambiental é problema.

O principal motivo para esta disparidade é a consideração de resíduo como resíduo. Geralmente, a indústria é instalada considerando tratamento de resíduos

como uma unidade adicional obrigatória, sem considerar o potencial dos resíduos desde o projeto original. Poucas indústrias são instaladas com a concepção de maximizar a utilização das matérias-primas e reduzir as operações com tratamento de resíduos.

O segundo motivo é econômico e técnico. As tecnologias para processar resíduos como matérias-primas, de forma geral, não são tradicionais, especialmente para os países em desenvolvimento. Este fato dificulta a obtenção de recursos dos órgãos financiadores para processos não convencionais, tanto no momento do projeto original quanto para eventuais modificações em uma planta já existente.

Se a indústria é taxada com multas devido à poluição, governos estabelecem padrões e leis quanto à emissão de resíduos e, paralelamente, pesquisadores de todo o mundo desenvolvem excelentes sugestões para a sua utilização, o que está faltando para um maior incremento na redução de resíduos de forma global?

Europa, Estados Unidos e Japão, aplicam as pesquisas existentes para a resolução dos problemas, integrando o trabalho entre indústrias, pesquisadores e governos, com formação de grupos companheiros. Desse procedimento está a contribuição para a melhoria da qualidade ambiental, de forma global, incrementada nestas duas décadas, desde a conferência de Estocolmo (Gaimusyou Kokusai Renngoukyoku keisai ka Chikyu kah Kyou Shitu, 1991).

Há uma grande diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento quanto à utilização de resíduos. Enquanto países desenvolvidos estão aplicando programas para a valorização e minimização de resíduos há vários anos atendendo a exigência deste tipo de trabalho a longo prazo, países em desenvolvimento estão sendo forçados a sacrificar o desenvolvimento e a produção devido à falta de conhecimento sobre o potencial dos resíduos e a possibilidade de caminhar para o desenvolvimento sustentável maximizando a utilização das matérias-primas, associado a novos conceitos sobre processos objetivando a minimização de resíduos.

Nos países em desenvolvimento, o modelo a caminho do desenvolvimento sustentável deve ser traçado segundo as características de cada país, dentro dos seus problemas e limites.

Indústrias e governos são fortes tomadores de decisão, embora não oponentes, sempre haverá uma relação de quem tem um padrão ou lei a seguir, no caso da indústria. Por outro lado, a função dos pesquisadores está em colocar o conhecimento científico à disposição da sociedade, adequando tecnologias para cada situação. Cientistas, mostrando as vantagens econômicas e ambientais da utilização de resíduos, podem ser o veículo e contribuir para fortalecer esta rede necessária, entre indústrias, governos e pesquisadores, para efetiva redução dos resíduos e da poluição de forma global.

Por outro lado, competição e direito à propriedade de processos é uma realidade. Como a sociedade econômica vê este ponto crítico? Será possível conciliar economia com proteção ambiental?

A competição tem contribuído para o desenvolvimento e a disponibilidade de utilidades. Paralelamente, a sociedade industrial competitiva guarda, reserva, informações sobre novas aplicações de resíduos industriais, enquanto todos os consumidores de utilidades também necessitam de qualidade ambiental para a continuidade da demanda. Por que não contribuir integralmente para a qualidade ambiental? Os resíduos têm um duplo extremo potencial, um dipolo; em um sentido os resíduos poluem devido à sua composição, de outro eles podem ser matérias-primas. Se valorizássemos sua composição, poderíamos zerar este dipolo ou incrementarmos o polo positivo, tomando a decisão integral de utilizarmos de forma comum as tecnologias disponíveis para a redução de resíduos.

O Estado de Santa Catarina tem liderado uma grande parte das investidas do Brasil a caminho do desenvolvimento. O principal exemplo disso está na sua posição internacional na produção de carne de aves. Adicionalmente a este setor, outros setores da indústria de alimentos têm contribuído para suprir demandas de outros estados e de outros países. Santa Catarina vem sofrendo os efeitos da sua posição agro-industrial no meio ambiente, fato que tem sido preocupação das indústrias, governos e pesquisadores.

As indústrias do Estado têm atingido os padrões ISO 9000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1990) de qualidade e conhecem a necessidade da gestão ambiental, buscando atender aos padrões ISO 14000 (ISO/TC207/SC1/WG2, 1995) a caminho do desenvolvimento sustentável.

O setor de alimentos é diverso no Estado, porém as indústrias que mais preocupam sob o ponto de vista ambiental são as fecularias e as processadoras de pescado, aves e suínos. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo geral, estruturar um modelo de gestão ambiental integrada intra e entre indústrias, governos e pesquisadores, a partir do exemplo da ação setorizada para as indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias do Estado de Santa Catarina.

Os objetivos específicos são:

- 1 - caracterizar quanto à produção e geração de resíduos os setores das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias do Estado de Santa Catarina;
- 2 - identificar as concepções sobre gestão ambiental entre os órgãos governamentais fiscalizadores, indústrias e instituições de ensino, pesquisa e extensão;
- 3 - apresentar um procedimento para incrementar a taxa de aplicação de tecnologias limpas pelas indústrias;
- 4 - construir um modelo matemático para minimizar resíduos e maximizar o benefício econômico e ambiental com o seu processamento;
- 5 - apresentar um modelo para a ação integrada de gestão ambiental entre indústrias, governos e instituições de ensino, pesquisa e extensão.

No sentido de atingir os objetivos propostos, sempre considerando o caráter multidisciplinar do tema, este trabalho está apresentado com esta introdução e apresentação do problema, seguido pelos capítulos 2 a 6, onde no capítulo 2 uma revisão bibliográfica está constituída pelos seguintes tópicos:

- ações globais para a qualidade ambiental;
- meio ambiente e desenvolvimento sustentável;

- países em desenvolvimento e a implementação de tecnologias limpas;
- gestão de resíduos industriais - identificando termos;
- a modelagem como ferramenta para os sistemas de gestão ambiental.

O capítulo 3 ilustra a metodologia adotada no presente trabalho e análise do problema, com:

- o caso das indústrias de aves, pescados, suínos e fecularias do Estado de Santa Catarina, oferecendo algumas informações sobre os processos produtivos e geração de resíduos;
- um modelo global da gestão de resíduos e um panorama do concepção de resíduos junto aos grupos de interesse nos países em desenvolvimento;
- um modelo ilustrando as diferenças ou níveis atingidos na gestão de resíduos pelas indústrias.

O capítulo 4 apresenta a formulação conceitual do modelo matemático. Um método de “pré-screening” ou seleção prévia para auxiliar na tomada de decisão sobre gestão de resíduos, específico para cada setor em estudo, contendo sistemas para o processamento de resíduos, incluindo avaliação econômica e ambiental dos sistemas propostos e a modelagem matemática, objetivando minimizar custos de transportes e processos. Um exemplo simulado de aplicação do modelo proposto é apresentado.

O capítulo 5 é uma proposta geral para o Estado de Santa Catarina, sobre gestão de resíduos, envolvendo indústrias, governos e instituições de ensino, pesquisa e extensão.

As conclusões e sugestões são apresentadas no capítulo 6, no sentido de dar continuidade às propostas do presente trabalho.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. AÇÕES GLOBAIS PARA A QUALIDADE AMBIENTAL

A Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano em Estocolmo, de 5 a 16 de junho de 1972 (Gaimusyou Kokusai Renngoukyoku keisai ka Chikyu kah Kyou Shitu, 1991), considerou a importância da visão global comum sobre o meio ambiente e foi estabelecido que:

“Ciência e tecnologia como parte de sua contribuição para o desenvolvimento econômico e social, devem ser aplicadas para a identificação, proteção e controle dos riscos ambientais, solução dos problemas ambientais e comum benefício do gênero humano.

Cooperação internacional é necessária para aumentar os recursos que suportam os países em desenvolvimento na tomada de suas responsabilidades sobre o meio ambiente.

Pesquisa científica e desenvolvimento no contexto dos problemas ambientais, tanto nacional quanto multinacional devem ser promovidas pelos países, especialmente nos países em desenvolvimento. Nesta conexão, o livre fluxo de informações científicas e transferência de experiências deve ser suportada e assistida, para facilitar a solução dos problemas ambientais. Tecnologias ambientais devem ser disponíveis aos países em desenvolvimento, os quais devem encorajar a sua disseminação de forma econômica”.

Vinte anos depois, no Rio de Janeiro, Junho de 1992, 110 líderes mundiais, 500 grupos não governamentais, 8.000 jornalistas credenciados e 30.000 cidadãos estiveram reunidos na “Earth Summit”, onde desenvolvimento sustentável e os

riscos ao ambiente global foram os pontos capitais. Segundo a organização "Amigos da Terra", os líderes mundiais desperdiçaram uma histórica oportunidade nesta conferência. É ainda difícil avaliar o real efeito da reunião para o meio ambiente (Jordan, 1994).

Da Rio 92, foi elaborada a "Agenda 21", um concreto programa de ação para a integração do ambiente com o desenvolvimento no Século 21. Ela está composta por um preâmbulo contendo:

- Dimensões social e econômica;
- Conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento;
- Fortalecimento da função dos grupos;
- Princípios para implementação.

Na Agenda 21 estão apresentados programas para a proteção da atmosfera, prevenção do desmatamento e desertificação, conservação da diversidade biológica, mananciais hídricos, gestão sadia de resíduos, setorização, bem como recursos financeiros e mecanismos, transferência de tecnologia internacional e instrumentos e mecanismos para a implementação (Jordan, 1994).

Desde a Rio 92, vários trabalhos têm sido publicados, especialmente sobre os efeitos do crescimento dos países em desenvolvimento. Jayawardena (1991), questionou em seu trabalho, como os países em desenvolvimento (do Sul) podem integrar deliberações desta conferência. Enfatizou que países do Sul não podem aceitar que o desenvolvimento seja suspenso para conservar o ambiente. A real escolha não está entre desenvolvimento e ambiente, mas entre formas de desenvolvimento sensíveis e insensíveis ao meio ambiente. Assistência será necessária para reduzir a poluição global que os países em desenvolvimento irão herdar da industrialização e urbanização.

A definição do crescimento socialmente necessário não faz referências aos recursos necessários para aliviar os danos ambientais do passado ou para suportar a proteção ambiental e melhorias no futuro.

Este autor afirma que necessita ser elaborado um projeto para assegurar políticas de desenvolvimento para os anos 90, bem como políticas domésticas dos

países em desenvolvimento, que considerem o crescimento socialmente necessário e a proteção ambiental assegurando o desenvolvimento sustentável. A Comissão do Sul articula os elementos do que pode ser chamado de um pacto ambiental, nos seguintes termos:

“Deve o Norte estar preparado para financiar uma parte substancial do custo de acionar o crescimento e consumo ambientalmente sensível no Sul, um acordo deve ser feito para recíprocas obrigações por parte dos governantes do Sul. Um concentrado ataque à pobreza global deverá ser parte integrante dos esforços para a proteção ambiental “.

Adicionalmente aos esforços, conferências e trabalhos, leis são pontos importantes a serem considerados. Tem sido difícil estabelecer leis para serem seguidas a nível internacional. De acordo com Könz (1992), a não severidade das leis nacionais e internacionais sobre meio ambiente tem várias razões. Em primeiro lugar, muitos da maioria dos fenômenos ambientais transcendem fronteiras nacionais; em segundo lugar leis nacionais e internacionais ligadas ao meio ambiente são condicionadas a alguns conceitos e pressões e, em terceiro lugar, deve-se ter em mente que a aplicação e obrigação da lei internacional depende muito de medidas de implementação nacionais, isto é, de legislação doméstica.

Todo este esforço global culmina em uma questão principal sobre eficiência. Young *et alii* (1991), da Conferência no Dartmouth College, Hanover, junho de 1991, afirmam que enquanto o escopo dos problemas ambientais de hoje é sem precedentes, há muito o que aprender sobre política ambiental internacional, utilizando as experiências passadas, na resolução de problemas análogos.

O Woods Reseach Center e World Research Institute juntaram forças em 1990 para lançar um projeto destinado a extrair lições relativas à eficiência dos regimes internacionais sobre meio ambiente, com resultados assim sintetizados:

“Eficiência das instituições internacionais é comumente uma função do grau no qual os interesses dos principais participantes divergem e, entretanto, do enfoque do problema ou espectro onde antípodas são pura cooperação ou puro conflito.

As raízes da eficiência podem ser também traçadas para os processos através dos quais regimes internacionais são formados. Isto é parcialmente, uma matéria de “negociação aritmética” ou, em outras palavras, formulação do problema com a escolha de jogadores para participar e questões a serem consideradas no processo de formação do regime.

A essência do problema de eficiência é política e é melhor entendida através de um exame da dinâmica política na operação dos arranjos institucionais.

A solução dos problemas ambientais de larga escala vai necessitar esforços em termos de desenvolvimento econômico, incluindo assistência ao desenvolvimento, treinamento e transferência de tecnologia.

A solução final deve repousar em uma efetiva colaboração entre países desenvolvidos do Norte e países em desenvolvimento do Sul.

Enquanto sociedades industriais avançadas têm contribuído desproporcionalmente para os problemas do passado, não há caminho para colocar o fim na redução da camada de ozônio estratosférica ou na emissão de gases das casas de vegetação na atmosfera sem a ativa participação de grandes países em desenvolvimento como China e Índia. Nem é possível reduzir a perda de diversidade biológica sem a cooperação de países tais como o Brasil, Indonésia e Tailândia, que mantém a jurisdição sobre as maiores florestas tropicais da Terra. Sob estas circunstâncias, esforços de impor regimes ambientais que não sejam endereçados às questões de equidade dentro de sérias características estão destinados a falhas “.

2.2. MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável tem recebido muita atenção e tem, supostamente, sido adotado como guia para o futuro desenvolvimento econômico. A definição de desenvolvimento sustentável, em termos práticos, tem provado ser difícil e é aqui onde muitas das importantes contradições entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental necessitam ser resolvidas.

É fundamental, para qualquer integração entre desenvolvimento econômico e ambiental, repensar, radicalmente, a direção a qual são conduzidas as economias desenvolvidas.

Agora é tempo para planejar e implementar a reestruturação da economia ambiental ao invés do desenvolvimento econômico, onde as conseqüências ambientais são pensadas mais tarde (Gibbs, 1994).

Desenvolvimento sustentável significa encontrar as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras atenderem suas próprias necessidades, na definição adotada pela Comissão Mundial (WORLD COMMISSION ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987).

A chave para a sustentabilidade repousa seu domínio em (Gibbs, 1994):

“- O envolvimento das considerações ambientais nas decisões político-econômicas. Desenvolvimento sustentável, assim, depende da integração do ambiente com a política econômica, de forma que os conflitos entre eles não sejam encobertos, mas resolvidos dentro de uma rede comum;

- Desenvolvimento sustentável incorpora um comprometimento com a equidade. O que não é somente criação de riqueza e conservação de recursos, mas também sua distribuição. A noção de equidade opera não somente intra-setorialmente. Adicionalmente à justiça, a noção de participação e ação democrática deve ser introduzida;

- Desenvolvimento não significa apenas crescimento, mas incorpora noções de bem-estar econômico envolvendo elementos não financeiros. Assim, desenvolvimento sustentável significa que a qualidade ambiental pode melhorar através do desenvolvimento econômico, por exemplo, melhorando a saúde da força de trabalho e criando empregos em setores ambientais da economia. Desenvolvimento sustentável não está, portanto, somente relacionado com um crescimento em lucros reais “.

Desenvolvimento sustentável requer utilidades ecológicas, econômicas e sociais específicas e, necessita política de integração e planejamento em todas as partes do espaço. Vários estudos sobre desenvolvimento sustentável parecem assumir que uma combinação de novas tecnologias e pequenos negócios são importantes componentes em direção à economia verde (Gibbs, 1994).

Novas tecnologias em comunicações, informação e controle de processos permitem o estabelecimento de indústrias de pequena escala, descentralizadas e dispersas, reduzindo assim os níveis de poluição e outros impactos ao ambiente local (WORLD COMMISSION ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987).

Esta idéia da grande contribuição da decisão local para o ambiente global é sustentada por Gibbs (1994):

“Deterioração ambiental global é um resultado acumulado de inúmeras decisões de desenvolvimento afetando ecossistemas locais em todo o mundo. Em uma escala espacial, a marca da sustentabilidade necessita ser firmada para uma apropriada área espacial. Adicionalmente, crescimento econômico local ambientalmente sustentável pode ser definido como uma mudança econômica local que contribui para a sustentabilidade ambiental global, enquanto também permite a melhoria do ambiente natural e construtivo. Desenvolvimento sustentável favorece o aumento do controle local sobre as decisões de desenvolvimento e tal estratégia de desenvolvimento “bottom up” (da base), devolverá maior autoridade a nível local”.

Enquanto sistemas e regimes são discutidos e estudados para a melhoria da qualidade ambiental global, a função do supridor de utilidades coloca a indústria em uma posição delicada quando o objetivo é desenvolvimento sustentável.

Enquanto desenvolver significa melhorar, diferente de crescer, a indústria necessita aumentar a sua produção para suprir demandas crescentes. Manter o desenvolvimento, sustentabilidade e crescimento é um desafio para o setor industrial.

De acordo com a conferência de Estocolmo (Gaimusyou Kokusai Renngoukyoku Kensai ka Chikyu kah Kyou Shitu, 1991), a indústria tem um papel crucial na prevenção da poluição na fonte, na minimização de resíduos, na conservação de energia e no projeto e comercialização de tecnologias limpas eficientes e acessíveis.

O setor agrícola também contribui na gestão de problemas tais como poluição das águas, erosão do solo e desertificação (Gaimusyou Kokusai Renngoukyoku Kensai ka Chikyu kah Kyou Shitu, 1991).

De acordo com Smith (1993), citado por Gibbs e Longhurst (1995), no passado, a indústria era considerada como a causa do problema, nos anos 90 está aumentando o reconhecimento de que a indústria pode também ser capaz de proporcionar algumas soluções. Esta mudança conceitual de posição dos “atores ambientais” pode ser muito importante para a conservação ambiental global.

Em oposição aos antigos ambientalistas que clamavam a necessidade de política de não crescimento, debates ambientais comuns procuram resolver qual tipo de desenvolvimento deve ser atingido, integrando política econômica e ambiental (Gibbs e Longhurst, 1995).

A adoção do desenvolvimento sustentável como base para o desenvolvimento econômico requer um grande número de mudanças conceituais no sentido de como o “desenvolvimento” é considerado, envolvendo considerações ambientais na política econômica (Gibbs e Longhurst, 1995).

O caminho para a utilização de sistemas de gestão ambiental (SGA), ou sistemas de soluções ambientais

“constitui estratégia para que o empresário, em processo contínuo, identifique oportunidades de melhorias que reduzam os impactos das atividades de sua empresa sobre o meio ambiente, de forma integrada à situação de conquista de mercado e de lucratividade.

A conformidade conquistada pela adoção do SGA é estável e sustentável pois está calcada no comprometimento da empresa e dos seus empregados, em planos, programas e procedimentos específicos. Dinâmico, em permanente revisão, representa o estágio de excelência da empresa em relação a seu comprometimento com o meio ambiente” (SEBRAE, IBAMA, INSTITUTO HERBERT LEVY,1996).

Medidas corretivas de controle de poluição caminham lado a lado com o desenvolvimento industrial, contribuindo para a atual situação ambiental global. Objetivando substituir tecnologias corretivas de controle de poluição, do tipo internacionalmente chamado “end-of-pipe”, hoje as soluções para os problemas ambientais estão lentamente sendo convertidas para a minimização de resíduos (WM) e tecnologias de produção limpa (CP). Projeto para o meio ambiente (DFE) é um novo conceito sendo introduzido desde o projeto, construção, produto e manufatura. Gestão de qualidade total em meio ambiente (TEQM) é um conceito emergente ligando conceitos de gestão em qualidade total (TQM) com gestão ambiental (SGA), incluindo análise de ciclo de vida, auditoria ambiental, gestão de resíduos, planejamento de emergência e prevenção (Coté e Hall, 1995).

A adoção de tecnologias “end-of-pipe” ou de tecnologias limpas pode estabelecer formas “fracas” ou “fortes” de sustentabilidade. No Japão e União Européia, como exemplo de grupos de nações desenvolvidas, políticos reconhecem que programas ambientais têm também importante papel no jogo da competitividade industrial. Mas, paralelo à redução da poluição e competitividade, desenvolvimento sustentável pressupõe uma ampla melhoria na qualidade ambiental, incluindo condições de trabalho e uma profunda análise sobre as raízes do problema (Gibbs e Longhurst, 1995).

Tecnologias “end-of-pipe” têm sido o procedimento mais largamente usado pela indústria para a redução dos poluentes emitidos no ambiente aquático nos últimos vinte anos. “End-of-pipe” reduz a emissão direta de alguns poluentes no ambiente aquático, mas nem todos os problemas estão resolvidos. Materiais poluentes são apenas transferidos do meio aquoso para o solo (Huisingh e Baas, 1991).

A ampla ação atual quanto à tecnologia limpa, definida pelo Programa Ambiental das Nações Unidas em Paris, maio de 1989, como:

“a conceituação e o procedimento para a produção onde todas as fases do ciclo de vida dos produtos e processos devem ser dirigidas com o objetivo de prevenção e minimização de riscos a curto e longo prazo ao homem e ao meio ambiente.

Um total comprometimento com o social é necessário para efetivar este procedimento atingindo os benefícios de uma sociedade sustentável”,

contrasta com o procedimento “end-of-pipe”, o qual enfoca o tratamento e a disposição dos resíduos durante a vida do produto (Boons e Huisingh, 1992).

Tecnologias de controle “end-of-pipe” são consideradas reativas e curativas atingindo somente o ponto final, enquanto tecnologias limpas são consideradas integradoras e preventivas (Huisingh e Baas. 1991).

Implementação de tecnologias limpas, adicionalmente à demanda de tempo, envolve influência de grupos governamentais e não governamentais ou de indivíduos, “atores sociais”, para a implementação dentro das corporações. Eles são provenientes de uma ampla faixa de diferentes grupos dentro da sociedade: grupos ambientais, consultores, grupos de consumidores, organizações ecológicas, organizações de bairro, centros de inovação, organizações de padronização, institutos de educação, organizações privadas de tratamento de resíduos, organizações de segurança, grupos conselheiros de investimentos etc. (Boons e Huisingh, 1992). Estes grupos podem estimular ou inibir o uso de tecnologias limpas nas corporações, influenciar, ou ter uma potencial influência, positiva ou negativa.

Para a promoção de tecnologias limpas é necessário um esforço dos atores sociais segundo as seguintes atividades:

(a) o conceito de tecnologia limpa deve ser claro para todos os atores sociais, bem como para as corporações que eles pretendem influenciar. Adicionalmente, corporações que desejam introduzir este procedimento em sua companhia, devem ser capazes de obter assistência técnica e organizacional para fazê-lo;

(b) tecnologia limpa deve ser a pedra fundamental da estratégia dos atores sociais, tanto em suas próprias atividades quanto em sua estratégia na indústria. Assim, eles podem evitar procedimentos que são contraditórios à tecnologia limpa, por exemplo, demandando a eliminação de produtos sem a

existência de um alternativo melhor sob a perspectiva ecológica (Boons e Huisingh, 1992).

De acordo com Huisingh e Baas (1991), um procedimento global em direção à tecnologia limpa deve tornar-se um componente central de esforços para estabelecer e para manter sociedades sustentáveis, e tais procedimentos devem ser seguidos em todos os níveis do governo e sociedade.

O controle de poluição tem por objetivo atingir os padrões legais por tratamento dos poluentes, enquanto tecnologia limpa tem sua ênfase primária na prevenção da produção de poluentes. Tecnologia limpa enfoca fatores técnicos bem como de atitude, motivacional e outros não técnicos que são essenciais para o benefício das corporações que utilizam o procedimento preventivo. Além disso, é um processo no sentido de minimizar resíduos e riscos para o status das corporações.

Sob o conceito de tecnologias limpas, lideranças de corporações têm o desafio de dirigir todos os aspectos do ciclo de vida dos seus produtos, incluindo:

- fase de projeto do produto;
- seleção da matéria-prima;
- produção da matéria-prima;
- montagem final do produto;
- uso do produto pelo consumidor;
- gestão de todos os produtos usados até o final de sua vida útil.

Considerando os resultados de melhorias dentro de todas as fases de sua atividade, com utilização de tecnologia limpa, ecologia e economia caminham juntas (Huisingh e Baas, 1991).

Exemplos de indústrias usando tecnologias limpas têm demonstrado que melhorias podem ser feitas, sendo economicamente benéficas e, mais saudáveis do que com tecnologias “end-of-pipe” freqüentemente utilizadas. Companhias que mudam para sistemas mais integrativos e preventivos podem atingir uma melhor condição ambiental, ao mesmo tempo melhorando seu aproveitamento e sua imagem frente ao público como um corpo ambientalmente responsável ^{35,72}.

De acordo com Frosch e Gallopoulos (1989), citados por Coté e Hall (1995):

“O tradicional modelo de atividade industrial, no qual processos individuais de manufatura tomam matérias-primas e geram produtos a serem vendidos mais resíduos a serem dispostos dele, deve ser transformado em um modelo mais integrado: um ecossistema industrial. Em tal sistema, o consumo de energia e materiais é otimizado e os efluentes de um processo servem como matérias-primas para outros processos”.

Segundo o conceito de metabolismo industrial introduzido por Ayres (1991), mais atenção deve ser dada a melhorias de eficiência, projetos, produtos e reciclabilidade. Idéias estão sendo desenvolvidas e dirigidas para o campo da ecologia industrial, envolvendo projetos de infra-estrutura industrial como se eles fossem uma série de ecossistemas globalmente interligados pelo homem.

A consideração de economia e meio ambiente como uma forma dicotômica foi a chave do uso de tecnologias de controle “end-of-pipe” durante décadas. A publicação da Federação Canadense de Negócios Independentes, citada por Coté e Hall (1995) estabelece:

“O erro do passado foi ver o meio ambiente e a economia como ciclos separados conectados por uma via de mão única de fazer recursos. O ecossistema e a economia são, de fato, muito similares em estrutura e performance. Cada um deles requer uma diversidade elementar de livre circulação para funcionar apropriadamente....[o objetivo é otimizar] usar os recursos naturais e promover o retorno da atividade econômica para a natureza”.

O exemplo está nas eco-fábricas japonesas que integraram tecnologia de sistemas de processos produtivos ligados à manufatura. Este “projeto do sistema total” inclui meio ambiente, processo e produto; separando reutilização e reciclagem e controlando a tecnologia de valorização (Coté e Hall, 1995).

A proposta de controle de poluição de Coté e Hall (1995) apresenta níveis de integração e vantagens de uma ligação com os micro níveis.

Eles têm por objetivos mais relevantes para o projeto e operações de parques industriais os seguintes procedimentos ecológicos e econômicos:

- conservação de recursos naturais e financeiros;
- redução na produção de material, energia, custos de tratamento e responsabilidades;

- melhoria na eficiência das operações, qualidade, saúde da população e imagem pública;

- lucro potencial através da comercialização de resíduos.

O projeto de pesquisa de Coté e Hall (1995) testa a viabilidade de projetar e operar parques industriais como um ecossistema. Os benefícios da aplicação do conceito de ecossistemas para as indústrias incluem:

- redução no consumo de energia e materiais;

- redução na liberação total de resíduos;

- redução nos custos financeiros, ecológicos e de saúde;

- aumento na consciência da integração entre meio ambiente e economia;

- identificação de novos produtos e negócios, fazendo uso dos resíduos.

O acesso à informação através de uma casa ou centro computadorizado de limpeza, troca de resíduos, time de auditoria ambiental, programa educacional, programa de pesquisa aplicada e gestão da zona para resíduos, são mecanismos de suporte para facilitar o projeto e operação dos parques ecológicos como ecossistemas, segundo Coté e Hall (1995). A cada nível de ação apresentado pelos autores, há necessidade de escolher o melhor procedimento, objetivando integração inter corporações nos parques ecológicos. Tecnologias alternativas de controle de poluição podem ser monitoradas desde os primeiros níveis até níveis mais detalhados do projeto e de implementação (Spriggs e Smith, 1996).

Por outro lado, uma ação integrada entre corporações, não pode ocorrer sem a presença dos parceiros ambientais. De acordo com Walton (1996), parceria em negócios, governos e organizações ambientais mostram ser promissores tanto para a melhoria do meio ambiente quanto da economia. Isto requer uma nova forma de pensar sobre política ambiental e sua relação com gestão de negócios: "ganhadores/perdedores" e "sim/não" devem ser substituídos por "ganhadores/ganhadores" e "como chegar lá".

O sucesso da ação de grupos de parceria irá necessitar não somente de boas intenções mas também de um novo paradigma regulador - um paradigma no qual meio ambiente e performance econômica caminham lado a lado. O interesse

privado dos negócios e reguladores reflete o interesse público para um ambiente limpo (Walton, 1996).

Nos Estados Unidos, de acordo com Freeman (1995), foi iniciado nos anos 80 o incentivo para a redução de resíduos, ao invés de apenas tratá-los. Eles perceberam que usando tecnologia “end-of-pipe” resolviam o problema em uma parte do meio ambiente, mas criavam outro com a sua eliminação. Resolveram controlar a poluição fechando o seu ponto de origem para que ela não fosse transferida de um ponto para outro.

O termo prevenção da poluição é usado para descrever estratégias e tecnologias de produção que resultam na eliminação ou redução dos resíduos. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), define prevenção da poluição como

“o uso de materiais, processos ou práticas que reduzem ou eliminam a criação de poluentes ou resíduos na fonte. Isto inclui práticas que reduzem o uso de materiais de risco, energia, água ou outros recursos e práticas que protegem os recursos naturais através da conservação ou uso mais eficiente” (Freeman, 1995).

Em 1990, o Congresso Americano aprovou o “Ato de Prevenção à Poluição” e a EPA adotou uma política para a sua implementação. A política estabelece que a Agência irá integrar os programas de prevenção à poluição através de:

- regulação e submissão;
- parceiros locais e estaduais;
- parceiros privados;
- parceiros federais;
- informação ao público e reconhecimento das leis;
- inovação tecnológica;
- nova legislação.

A política de prevenção à poluição da EPA, nos Estados Unidos, está objetivando harmonizar proteção ambiental com crescimento econômico. Segundo o mesmo autor, o presidente americano Bill Clinton, em sua estratégia a longo prazo, pretende investir de forma crescente na prevenção da poluição (Freeman, 1995).

O programa piloto desenvolvido pela EPA, denominado Avaliação de Tecnologia Inovadora para a Redução de Resíduos (WHITE), envolvendo seis estados e um governo local, identifica prioridades necessárias aos respectivos níveis de governo e procura desenvolver tecnologias de minimização de resíduos, suas performances e custos (Licis, 1995).

Um total de 41 avaliações foram conduzidas em cinco anos, desde 1989 até 1994. Muitas das tecnologias avaliadas foram capazes de reduzir custos e poluição. Ficou concluído que os benefícios tecnológicos têm aplicação muito específica. Favorável ou mesmo desfavorável, uma aplicação pode ser o início para outros usos benéficos (Licis, 1995).

Independentemente do caminho traçado em direção ao desenvolvimento sustentável, a adoção de sistemas de gestão ambiental, com medidas preventivas, segundo a série de normas ISO 14 000, envolve os cinco princípios assim prescritos (SEBRAE, IBAMA, FUNDAÇÃO HERBERT LEVY, 1996):

- “ 1 - conhecer o que deve ser feito. Assegurar o comprometimento da empresa e definir sua política de meio ambiente;
- 2 - elaborar o plano de ação para atender aos requisitos de sua política ambiental;
- 3 - assegurar condições para o cumprimento dos objetivos e metas ambientais e, implementar as ferramentas de sustentação necessárias;
- 4 - realizar avaliações qualiquantitativas periódicas do desempenho ambiental da empresa;
- 5 - revisar e aperfeiçoar a política de meio ambiente, os objetivos e metas ambientais e as ações implementadas para assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa “.

2.3. PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO E A IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS LIMPAS

Países em desenvolvimento, são tradicionais clientes de tecnologias “end-of-pipe” dos países desenvolvidos. Considerando esta realidade, problemas ambientais e os procedimentos para resolvê-los, seguem a mesma via. Conceitos e procedimentos de tecnologias limpas necessitam ser transferidos para os países em desenvolvimento.

De acordo com Trindade (1989), quando tecnologia limpa está para ser transferida de um lugar para outro, existem alguns pontos chave a serem considerados. O primeiro é a eficiência da transferência, isto é, a adaptação das condições sócio-econômicas para implementá-la no país, ou organização, de origem às condições prevalentes no país ou organização receptor. O segundo é a eficiência do processo, isto é, a extensão de absorção, pelo final receptor, dos passos principais do conhecimento - uma característica de capacidade - da transferência de tecnologia. Isto é o que o desenvolvimento sustentável requer dos países em desenvolvimento, a criação de um espectro de competências para suportar um projeto de redução da poluição ambiental, mesmo a menores custos.

Trindade (1989) considera que desenvolvimento sustentável pode somente ser atingido com conhecimento e pela capacidade de tomada de decisão autônoma e sensível em todos os níveis da sociedade. O autor chama de "capacidade endógena" esta capacidade de gerir mudanças tecnológicas:

"Capacidade endógena pode ser definida como o conjunto de capacidades necessárias, humanas e de sistema, que permitam endereçar a questão da gestão de tecnologia limpa, mesmo internamente desenvolvida ou adaptada de fora. Construção da capacidade endógena, é tarefa difícil, demanda tempo, freqüentemente, décadas. Capacidade endógena leva à capacidade interna, também inclui a habilidade para entender e gerir as ligações do sistema educacional, dos setores produtivos, da estrutura social e, dos processos de governância e tomadas de decisão".

Observando propostas de reuniões internacionais, o autor coloca:

"Como pode a cooperação internacional promover transferência de tecnologia limpa, particularmente para um grande número de países em desenvolvimento onde falta massa crítica humana e outros recursos para cooperar com este futuro?"

Uma resposta a este desafio é o estabelecimento de uma variedade de parceiros em pesquisa e tecnologia, suportados por fundos internacionais para responsabilizar uma rede de centros em várias regiões do mundo. Esta rede de pesquisa, treinamento e transferência de tecnologia pode focar, por exemplo, sobre substitutos para clorofluorocarbono, processos de tecnologia limpa e resíduos perigosos, eficiência de energia, tecnologia limpa em carvão, sistemas de produção biológica sustentáveis etc.

Transferência de tecnologia limpa não é conceitualmente diferente da transferência de tecnologia como um todo, mas ela requer um maior intensidade de conhecimento cumulativo na sociedade. A capacidade dos países em responderem a este desafio varia muito de acordo com sua capacidade de gerir mudanças tecnológicas. A maioria dos países da terra são pequenas nações em desenvolvimento, as quais estão muito longe desta capacidade e estão, assim, privadas de novas oportunidades para o seu desenvolvimento ambiental. Considerando estas necessidades dos países em desenvolvimento de absorção de tecnologia limpa, tecnologia da informação joga um importante e essencial papel neste processo de integração, característico da gestão ambiental (Franzen *et alii*, 1995; Shahidi, 1995; Trindade, 1989).

Cooperação e formação de parceria são atividades essenciais em tecnologia limpa. De acordo com Sendov (1992), é impossível trabalhar em conjunto sem informação. Tecnologia de informação pode ser considerada como instrumento básico para a cooperação. Educação é uma meta importante para cooperação internacional e tecnologia de informação. O autor menciona exemplos de iniciativas de cooperação internacional de sucesso em tecnologia de informação:

- Federação Internacional de Processamento da Informação (IFIP);
- Programa Intergovernamental de Informática (IIP), da UNESCO;
- Comitê de Dados para Ciência e Tecnologia (CODATA);
- Conselho Internacional de Uniões Científicas (ICSU);
- projeto da Associação Internacional das Universidades (IAU), denominado "Sistema para a Tecnologia da Informação com Base na Massa Crítica Universitária" (USIT).

A IFIP tem procurado assistir países em desenvolvimento no processamento da informação e coopera com a UNESCO para atingir tal objetivo. A responsabilidade de planejar e inspecionar o restante do trabalho está com o Comitê de Suporte aos Países em Desenvolvimento (DCSC). Atenção especial na área de cooperação internacional em informação tecnológica, é dada aos países em desenvolvimento, conforme demonstrado nas atividades da UNESCO, IFIP e ICSU. A importância da tecnologia de informação para os países em

desenvolvimento é muito grande em todos os campos da educação, para preparar para novas tecnologias emergentes, é natural educar primeiro os novos usuários.

Estratégias para educação na era da informação podem divergir em diferentes países, mas os princípios são universais. As principais dificuldades nos países em desenvolvimento estão ligadas à falta de hardware e comunicação (Sendov, 1992).

Educação em vários e amplos níveis é essencial para a implementação de tecnologia limpa, isto é o que vem sendo feito pelos países desenvolvidos (McDonach e Yaneske, 1996; Smyth, 1996) e necessita ser absorvido pelos países em desenvolvimento (Trindade, 1989).

Sob o ponto de vista global, nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, independentemente do setor industrial, todas as indústrias estão envolvidas e existe uma preocupação com o meio ambiente. Entretanto, países em desenvolvimento são fortes produtores de alimentos e de representativos volumes de resíduos orgânicos, adicionalmente, a produção e demanda de alimentos processados têm aumentado significativamente nos últimos anos e as indústrias têm gerado mais resíduos líquidos e sólidos. Países em desenvolvimento têm aumentado a produção de alimentos, enquanto países desenvolvidos, de forma geral, estabilizaram sua produção, conforme pode ser observado pelos exemplos do Quadro 01.

Quadro 1 - Índices da produção de alimentos em alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento (FAO, 1993).

País	Ano									
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Suécia	108,88	105,96	93,23	92,17	102,21	108,38	92,99	86,10	96,86	89,21
França	106,77	105,40	109,58	106,11	104,26	106,20	105,65	111,93	103,49	101,45
Reino Unido	110,10	110,17	109,64	105,81	108,82	110,43	114,19	111,91	102,61	102,52
Japão	109,07	108,25	103,65	99,95	101,89	101,06	93,54	99,43	83,77	103,50
Estados Unidos	107,77	102,50	100,47	94,48	103,66	105,66	104,45	114,52	104,08	120,48
Tailândia	120,28	110,62	110,56	123,72	127,18	119,27	127,98	125,68	125,68	123,88
Brasil	119,82	113,77	125,38	135,81	142,40	133,65	137,07	146,36	146,94	158,26
Equador	117,43	121,34	118,95	124,96	128,68	141,97	148,57	152,68	159,43	165,20
Índia	123,81	124,82	123,35	138,55	147,80	149,14	154,00	160,64	163,51	168,00
Indonésia	127,29	137,00	138,14	146,24	151,78	161,41	164,62	175,82	178,63	178,79
Malásia	150,10	160,98	171,28	186,51	211,06	224,28	244,34	255,53	284,65	290,51

Nota: 1979-81=100

As características biodegradáveis das matérias-primas deste setor e, conseqüentemente, dos resíduos, têm conduzido inúmeras pesquisas sobre a sua valorização, contribuindo para a redução da poluição, e suprimindo novos produtos segundo a demanda e tecnologias disponíveis (Barik *et alii*, 1991; COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1977; Drivsholm e Nielsen, 1993; Galvão e Beraquet, 1993; Lin *et alii*, 1995; Shahidi, 1995; Tideman *et alii*, 1984).

Adicionalmente aos esforços internacionais para a valorização de resíduos da indústria de alimentos, o problema da instabilidade do material biológico justifica a necessidade de cuidados adicionais. Apesar disso, as sugestões para a valorização de matérias-primas a caminho da gestão de resíduos dentro do conceito de tecnologia limpa são crescentes em todo o mundo, justificando uma

revisão sobre os trabalhos que têm sido feitos neste sentido em alguns segmentos importantes do setor.

As indústrias de aves, suínos, pescados e processadoras de amido têm recebido especial atenção devido à sua importância econômica e natureza dos resíduos gerados, de elevado impacto ambiental. Nos países em desenvolvimento, dentre as fontes de amido mais usadas está a mandioca (*Manihot sculenta*, Crantz) (FAO, 1995).

Estados Unidos, China e Brasil são os maiores produtores mundiais de carne de aves, enquanto Alemanha, Japão e Reino Unido são os principais importadores (Evans, 1995; GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE, 1994; Wright, 1997).

Restrições da legislação ambiental têm feito o Japão transferir investimentos em plantas de processamento de aves para a Tailândia e outros países em desenvolvimento na Ásia (GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE, 1994).

Os processadores de aves têm um problema internacional comum a quase todos os países produtores com relação à geração de resíduos, desde a criação do pinto até a expedição da carne. Durante o processo são gerados resíduos sólidos: fezes, penas, vísceras, sangue, gordura, ossos e tecidos não comercializados. Adicionalmente ao sangue, resíduos líquidos são muito importantes, especialmente devido à grande demanda de água no sistema produtivo. O resíduo líquido das plantas processadoras de aves totaliza uma demanda bioquímica de oxigênio média de 560 mgO₂/l (Azad, 1976). Considerando que o produto industrializado para o consumo humano não atinge em média mais que 70 % da ave processada (Kondaiah e Panda, 1992), as indústrias de todo o mundo têm procurado resolver o problema usando o potencial dos resíduos, produzindo novos alimentos, rações, produtos farmacêuticos e fertilizantes. No Brasil, é comum a utilização dos resíduos sólidos para a produção de embutidos e ração.

Pesquisas advertem sobre a necessidade de critérios na utilização de resíduos. O uso intensivo de dejetos animais como composto orgânico necessita de cautela para com o balanço de nutrientes. O uso não controlado deste material em

alguns países tem comprometido o balanço mineral no solo, contribuindo para erosão e problemas de disponibilidade de água (Middelkoop, 1995).

Quanto aos resíduos líquidos, quase todas as companhias fazem a remoção dos sólidos de fácil separação e um posterior tratamento de floculação química seguido por tratamento biológico, antes do retorno da água aos mananciais (Wright, 1995). Considerando que 2 a 5 % da proteína total da carcaça é perdida na água de processamento, o uso dos sólidos presentes no resíduo líquido para alimentação animal tem sido estudado. São sugeridos ajustes no processo de tratamento de efluentes para assegurar a qualidade dos nutrientes. Estes ajustes no tempo entre a coleta da água e o tratamento, manipulação do lodo e uma escolha consciente da aplicação e concentração do floculante, contribuem para a qualidade do produto, permitindo seu emprego em rações (Franzen *et alii*, 1995).

A remoção manual ou mecânica dos ossos da carne de frango é uma sofisticação atual, uma fase adicional no processamento de aves. Conseqüentemente, restos de ossos e outros tecidos, de difícil remoção, resultam em subprodutos, muito nobres em sua composição para serem convertidos em ração animal, mas em ração humana. Pesquisas anteriores sobre resíduos das indústrias de pescados têm sido assimiladas pela indústria de aves para produzir concentrado protéico para alimentação humana, com similar tecnologia da produção de surimi (Galvão e Beraquet, 1993; Kijowski, 1995).

Um outro setor importante da indústria de alimentos é o da produção de carne suína. Países desenvolvidos e em desenvolvimento consomem em proporções variadas e usam seus produtos para diversas finalidades. O crescimento deste setor da indústria de carnes foi superior ao de outros tipos de carne em todo o mundo nos últimos vinte e cinco anos (Annon., May, 1995). Ao mesmo tempo, todos os produtores convivem com o problema da poluição, desde a criação até a industrialização. Emissão de odores é especialmente problemática na criação de suínos, onde fezes e urina, juntas, causam um particular problema de poluição do ar, devido à liberação de amônia (Osada *et alii*, 1991).

A produção mundial de carne suína sobrepassa a de qualquer outro tipo de carne. Em 1993, o mundo produziu 73,2 milhões de toneladas, comparado com 52,9 milhões de carne bovina. A maior contribuição é dada pela China, maior produtor e consumidor. Embora este tipo de carne seja o mais produzido, o nível de industrialização não corresponde ao de produção, a produção de carne suína é quase inteiramente destinada ao consumo doméstico (GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE, 1994).

Devido ao valor internacional deste alimento, resíduos desde a criação até o processamento da carne têm sido preocupação dos governos, indústrias e pesquisadores. Estudos têm demonstrado que estes resíduos, segundo suas características, podem ter potencial aplicação (Annon., 1995; Cañizares *et alii*, 1993).

De acordo com Nemerow (1977), para cada suíno processado, há o consumo de 2.000 litros de água, e os resíduos líquidos são eliminados com uma demanda bioquímica de oxigênio média de 1.035 mgO₂/l e sólidos totais de 633mg/l.

A nível de fazenda, muito tem sido feito objetivando utilizar o potencial dos resíduos orgânicos da criação de suínos. Hong *et alii* (1991), usaram resíduos da criação de suínos como substrato para o cultivo de leveduras, obtendo uma considerável redução na demanda química de oxigênio dos efluentes.

Adicionalmente a inúmeros trabalhos em todo o mundo (Bhamidimarri, 1991), Kao (1993) e Ong *et alii* (1993), mostraram que os resíduos da criação de suínos podem ser aplicados como composto orgânico, cumprindo os cuidados com a dosagem e tipo de solo. Gupta e Kelly (1990), alertam sobre a toxicidade dos excrementos animais, sugerindo também a sua aplicação de forma balanceada. Por outro lado, importantes decisões sobre nutrição de suínos, citando exemplos, o uso de fitase na ração pode reduzir em até 30 % do fósforo nos excrementos e a combinação de aminoácidos sintéticos e sistemas de alimentação em multifase podem reduzir a eliminação de nitrato em cerca de 20 % (Evans, 1995).

Aeração dos excrementos tem contribuído para reduzir amonificação, melhorando a eficiência do fertilizante orgânico (Annon. **Poultry International**, 1995).

Neste processo multidisciplinar para reduzir a poluição na fase de criação de suínos, também o tipo de piso nas pocilgas mostrou ter influência na liberação de amônia. Modificações no desenho dos pisos têm contribuído para a redução da liberação de amônia para o meio ambiente (Aarnink e Swierstra, 1995).

Considerando o potencial da carga orgânica presente nos resíduos da criação de suínos para a cultura de microalgas e cianobactérias, como suplemento dietético e muitos outros propósitos tecnológicos, Cañizares *et alii* (1993) estudaram a cultura de espirulina livre e imobilizada para o tratamento desses resíduos e encontraram que, tanto imobilizada quanto livres, elas podem remover o excesso de nutrientes (fósforo e amônia). Existe também, a possibilidade de trabalhar com concentrações acima de 50 %, se livre de partículas suspensas. A vantagem adicional deste trabalho está na geração de espirulina, microalga de elevado valor comercial e a redução da poluição.

Perrigo (1974) defende o uso de excrementos da criação de suínos como suplemento para rações, processados ou não. Martin e Lemasle (1985) sugerem a gestão e valorização deste resíduo formando unidades centralizadas para facilitar o seu emprego.

O sangue proveniente do processamento da carne de suínos pode ser empregado para consumo humano, devendo sofrer inspeção veterinária sobre a sanidade do animal de origem (Cross e Overby, 1988).

Segundo sugestões chinesas, partes excedentes do abate têm tido uso prático em estudos de próteses e a indústria farmacêutica pode empregar resíduos líquidos e sólidos em produtos de alto valor agregado (Qinghua, 1995).

O lodo liberado do tratamento de efluentes da indústria de carne suína por floculação-flotação e/ou lodo ativado tem sido estudado como um potencial constituinte para ração animal (Franzen *et alii*, 1995).

Um outro importante setor da indústria de alimentos é o da indústria de pescados, incluindo outros frutos do mar. A indústria de pescados envolve milhões de dólares em todo o mundo e a demanda de produtos processados, com alto valor agregado, vem aumentando (FAO Yearbook – Fish Statistics, 1992), como consequência, há também um incremento na geração de resíduos por este setor a nível internacional.

Segundo dados da FAO Yearbook – Fish Statistics (1992), o mercado internacional de pescados está concentrado especialmente em:

- . crustáceos frescos e congelados - 23,2 %;
- . peixe congelado - 16,5 %;
- . peixe fresco e resfriado - 14,5 %;
- . peixe enlatado - 10,8 %;
- . filé de peixe fresco e congelado - 10,5 %;
- . moluscos frescos e congelados - 8,2 %;
- . peixe seco, salgado e defumado - 5,9 %;
- . crustáceos e moluscos enlatados - 5,6 %;
- . farinha de pescados - 4,2 %;
- . óleo de peixe - 0,6 %.

Destes diferentes processamentos são liberados resíduos de composição diversa e volume considerável.

Turkstra *et alii* (1991) avaliaram o efeito da industrialização de pescados sobre a eutroficação e a biota do Mar do Norte, onde as reservas de pescados têm sido afetadas por esta atividade.

Os resíduos sólidos mais comuns no processamento de pescados são escamas, vísceras e pescados de baixo valor comercial, incluindo crustáceos e moluscos. Pescados de baixo valor comercial tem sido aceitos como matérias-primas para carne reestruturada de peixe (por exemplo, surimi), a qual vem obtendo novos mercados na Europa e Estados Unidos, com bom preço e conveniência (Beirão *et alii*, 1994).

A utilização dos resíduos do processamento de pescados, *in natura*, para a criação de pescados em viveiros foi estudada por Dean *et alii* (1992), embora a

produção de farinha de pescado seja o procedimento mais comum, internacionalmente usada, para a utilização destes resíduos como ingrediente protéico para ração animal, especialmente suínos e aves (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FISH MEAL MANUFACTURERS).

A produção de ração animal é tecnicamente acessível, porém o alto custo de produção, exige alta escala e constitui-se em obstáculo econômico. Considerando este obstáculo, os estudos de Das *et alii* (1993) sugerem uma simplificação de processo para as indústrias de pequeno e médio porte, usando o resíduo sólido cru, sem passar pela fase de produção da farinha de pescado propriamente dita.

Adicionalmente à dimensão, o principal problema da indústria de farinha de pescado está na descarga de resíduos líquidos ricos em matéria orgânica e nutrientes e, na emissão de odores. Comparativamente aos resíduos líquidos domésticos, os provenientes da produção de farinha de pescados possuem dez vezes mais matéria orgânica e vinte vezes mais nitrogênio. Trimetilamina e amônia contribuem para o forte odor (Drivsholm e Nielsen, 1993). Segundo estes autores, existe a necessidade de melhorar a qualidade da matéria-prima, otimizar o processo de produção e o tratamento de resíduos líquidos para garantir a continuidade da produção de farinha de pescados.

Ferreira e Hultin (1994), considerando que as indústrias de farinha de pescados não têm conseguido conciliar produção e regulação ambiental, propuseram a utilização dos resíduos sólidos da indústria de pescados para fertilizante líquido. Este produto tem a vantagem de ser um fertilizante orgânico, adicionalmente às menores perdas de nitrogênio e redução na contaminação das águas.

Silagem dos resíduos de crustáceos e pescados para alimentação animal tem sido estudada quanto aos aditivos, nutrientes e outras condições para incrementar a performance da fermentação (Abazinge *et alii*, 1993; Adrian *et alii*, 1994; Faid *et alii*, 1994; Lo *et alii*, 1993).

O processamento de resíduos de crustáceos marinhos também consiste em preocupação porque corresponde a cerca de 80 a 90 % da matéria-prima

processada (Aarnink e Swierstra, 1995). Segundo estimativas de Skaufud e Sargent (1990), citados por Shahidi (1995), a produção anual global de descartes de crustáceos, em base peso seco, está em 1,44 milhões de toneladas. Sua utilização tem sido estudada para a produção de quitina e quitosana (Knorr, 1991; Marquardt e Carreño, 1992; Moecke 1990).

Quitina e quitosana têm aplicação como suplementos dietéticos, clarificante de água e bebidas, filmes para embalagem e outras. Quitina e quitosana podem ter um impacto significativo no controle da poluição pela propriedade de retenção de metais pesados e pigmentos de efluentes industriais.

De acordo com amplo estudo realizado por Shahidi (1995), os resíduos da indústria de pescados apresentam alto potencial para a produção de enzimas, proteínas, flavorizantes, carotenóides, carotenoproteínas, quitina, quitosana, produtos de alto valor agregado.

Peixes de baixo valor comercial e resíduos sólidos da indústria de pescados têm sido estudados como suplemento alimentar, após apropriado tratamento, para pacientes com disfunção digestiva (Bolsoni, 1990) e como matérias-primas para isolados e concentrados protéicos (Amante, 1984).

Resíduos líquidos da indústria de pescados apresentam elevada carga orgânica devido à fácil solubilização das proteínas tissulares durante a limpeza, descongelamento e cozimento. Por outro lado, a alta variabilidade de matérias-primas, a tecnologia usada e alto nível de nitrogênio e fósforo, tornam delicado o tratamento dos resíduos líquidos neste setor (Battistoni *et alii*, 1992). A alta salinidade consiste em fator limitante adicional para a determinação do processo de tratamento (Méndez *et alii*, 1992).

Embora um grande volume de água seja empregado pelas indústrias de pescado de maneira geral, resíduos líquidos da produção de surimi têm recebido especial atenção. Através de tecnologia usando microfiltração trabalhos de pesquisa têm possibilitado a reincorporação ao surimi de 10 % do seu peso em proteína reciclada, contribuindo para reduzir poluição e aumentar a produção. Proteínas não retidas por microfiltração foram ultrafiltradas e a água pode reciclar

ao processo (Lin *et alii*, 1995; McDomis e Litchfield, 1986; Quemeneur e Jaouen, 1991).

Redução na demanda química e bioquímica de oxigênio em 91,8 % ou mais, foi citada em patente japonesa usando flotação eletrolítica (McDomis e Litchfield, 1986). Este processo tem sido também usado para a remoção de gorduras da água residual no processamento de farinha de pescados (marti *et alii*, 1994).

Resíduos do processamento de matérias-primas de origem vegetal tem também recebido atenção como potencial componente de partida para outros produtos, citando alguns exemplos, para produção de carotenóides, como substrato para fermentações (Hayman *et alii*, 1995; Ribeiro *et alii*, 1994; Sarada e Joseph, 1996; Sendov, 1992), agentes clarificantes de bebidas (Shafik, 1994) e como fontes de oligossacarídeos (Matsubara *et alii*, 1996).

Apesar da posição de três países em desenvolvimento como líderes na produção mundial de mandioca (*Manihot sculenta*, Crantz), Tailândia, Nigéria e Brasil (FAO, 1992; FAO, 1993; FAO, 1994), vários trabalhos têm sido feitos sobre os resíduos do processamento desta matéria-prima tropical.

→ Na indústria de amido de mandioca, como um exemplo, grande parte da matéria-prima, cerca de 75 % é convertida em resíduo, enquanto 25 % ou menos, dependendo da eficiência da extração, corresponde ao amido propriamente dito (Amante *et alii*, 1994).

A partir da extração do amido de mandioca, além da casca e água residual, ocorre também uma massa, constituída por fibra (celulose) contendo ainda uma considerável quantidade de amido. Este fato tem guiado pesquisadores a sugerir o seu emprego como substrato para fermentação produzindo ingrediente fibro/protéico para rações (Amante, 1994; Takahashi, 1987) e produtos orgânicos de alto valor agregado, tais como monossódio glutamato, ácidos orgânicos e outros (Chong *et alii*, 1988; Kaitsermsuk e Wongwicharn, 1988).

Enquanto os resíduos sólidos são constituídos por amido e celulose, resíduos líquidos são ricos em glicosídeos. Glicosídeos cianogênicos constituem problema especial neste tipo de resíduo. O alto conteúdo de cianeto nos resíduos

líquidos tem sido testado como fungicida e inseticida orgânico (Lima *et alii*, 1994; Ponte *et alii*, 1987; Ponte *et alii*, 1988).

Embora os exemplos aqui citados correspondam às indústrias de aves, suínos, pescados e amido de mandioca (fecularias), outros setores da indústria de alimentos, tais como a indústria de laticínios, importante sob o ponto de vista econômico, nutricional e ambiental, têm sido alvo de pesquisas a caminho de tecnologia limpa. São inúmeras as pesquisas desenvolvidas no setor alimentos, o que justifica estudá-lo como um exemplo para a gestão de seus resíduos.

2.4. GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS - IDENTIFICANDO TERMOS

Segundo as normas NBR 10004 (ABNT, 1987),

“resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

O Ministério Francês da Qualidade de Vida, em seu Guia para o Inventário de Resíduos Industriais (MINISTÈRE DE LA QUALITÉ DE LA VIE, 1975), define resíduos industriais como

“o que provém da indústria, de produtos defeituosos, sub-produtos ou material sob a forma sólida, líquida ou pastosa, não diretamente reutilizável para a atividade que o eliminou, para o ar ou para a água como efluente. O termo resíduo tem um significado mais amplo do que o termo dejetivo, cujo significado recobre, com efeito, os produtos defeituosos ou materiais provenientes de um processo de valorização”.

Os sistemas de gestão ambiental envolvem a necessidade de definição de procedimentos tais como:

- tratamento de resíduos líquidos e sólidos;
- minimização e valorização de resíduos;
- tecnologias limpas.

O tratamento de resíduos líquidos e sólidos corresponde ao emprego de tecnologias para a redução da carga poluente após a sua geração, objetivando atingir os padrões exigidos pela Legislação Ambiental (Laigo, 1994), tem caráter corretivo.

O emprego de tecnologias próprias intervém junto ao processo de fabricação, melhorando a performance, desde as matérias-primas até a energia, outros insumos e o produto, tem caráter preservativo (Laigo, 1994).

Valorização de resíduos diz respeito à utilização, recuperação e/ou reciclagem interna ou externa, reutilização de energia, insumos e resíduos. Diferencia-se do procedimento de tecnologias próprias por não atuar na fonte dos resíduos, no processo, da produção de matérias-primas ao produto. Está diferenciada do tratamento de resíduos propriamente dito por explorar o potencial dos resíduos, reutilizando ou regenerando-os, tem caráter corretivo. A valorização de resíduos e as tecnologias próprias têm a vantagem sobre o tratamento de resíduos, pois ambos levam à minimização de resíduos. A intervenção na fonte da produção de resíduos que caracteriza o emprego de tecnologias próprias leva a práticas limpas, tecnologias limpas, preservativas. A valorização de resíduos envolve técnicas de processamento de resíduos que conduzem à sua minimização, embora seja medida corretiva, ela constitui-se em auxiliar importante às tecnologias limpas.

As principais diferenças entre estes procedimentos estão apresentadas nas figuras 01, 02 e 03, resgatadas do trabalho de Laigo (1994).

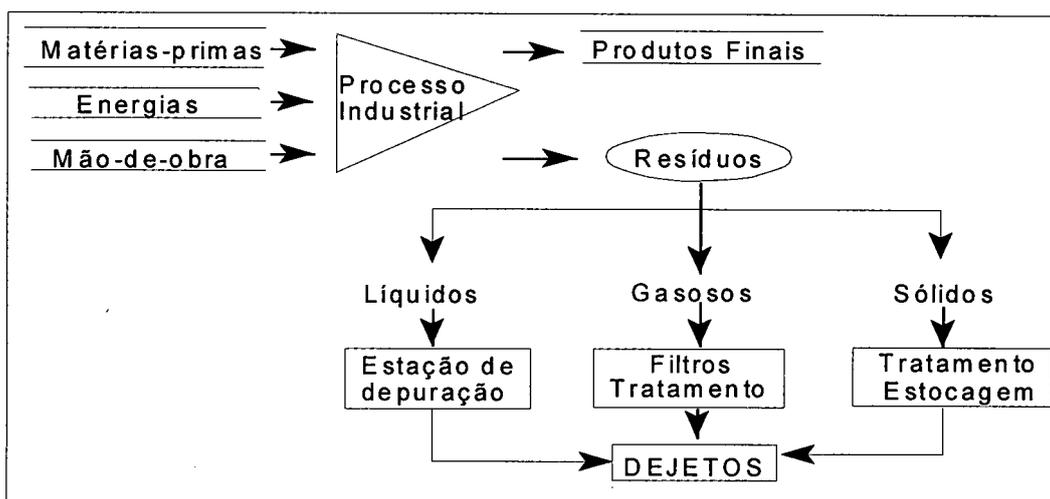


Figura 1- O tratamento de resíduos (Laigo, 1994).

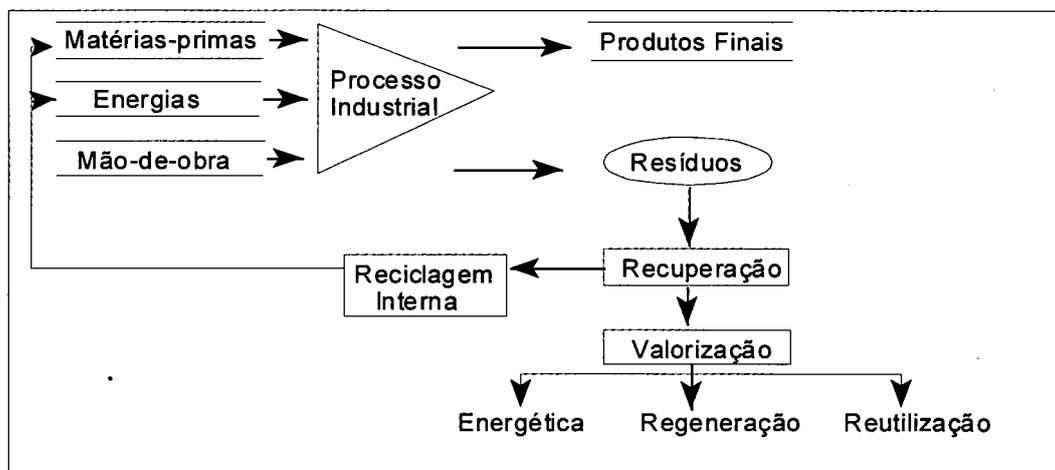


Figura 2 - A Valorização de resíduos (Laigo, 1994).

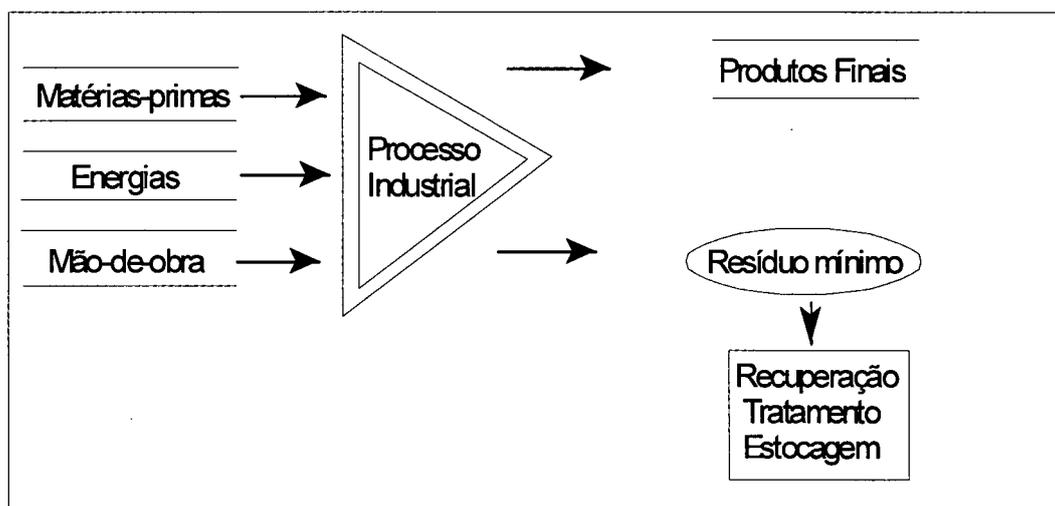


Figura 3 - A tecnologia limpa (Laigo, 1994).

2.5. A MODELAGEM COMO FERRAMENTA PARA OS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com Ehrlich (1988)

“problemas como os que ocorrem na vida real apresentam dificuldades das mais variadas naturezas. Inicialmente é preciso estabelecer entre os indivíduos que se propõem a estudar o problema em foco, um certo consenso na percepção do problema. Da concepção e da definição dos objetivos nasce a concepção do problema como um sistema. O primeiro passo para resolver o problema consiste em modelar o sistema a ser estudado”.

Os modelos podem ter diversas aplicações e por isso são definidos (Ehrlich, 1988) como:

- modelos preditivos
- modelos investigativos
- modelos normativos (descritivos ou explicativos).

A Pesquisa Operacional é uma metodologia de estruturar processos aparentemente não estruturados, por meio da construção de modelos Ehrlich, 1988). Tem sido aplicada tradicionalmente para a tomada de decisão sobre a distribuição de recursos, mas constitui importante ferramenta nos estudos sobre meio ambiente, disposição de resíduos urbanos e águas residuárias (Diop e Maystre, 1989; Kankasar e Polprasert, 1983; Lessard e Beck, 1991).

A tomada de decisão em qualquer campo é difícil, mas a tomada de decisão no campo ambiental pode ser particularmente difícil por várias razões, especialmente pelo número e diversidade de constituintes que participam no problema da decisão. Grupos de interesse, freqüentemente percebem os problemas em perspectivas vastamente diferenciadas (Jennings e Nagarkar, 1996). Segundo estes autores, a potencial complexidade e a importância percebida das decisões ambientais são poderosos argumentos para conduzi-las sob o ponto de vista quantitativo. Análise de decisão ambiental (EDA - Environmental Decision Analysis) ou tomada de decisão ambiental (EDM - Environmental Decision Making) parece estar evoluindo como uma especialidade organizada.

Segundo Kankasar e Polprasert (1983), os objetivos da gestão das águas residuárias estão na proteção ambiental, com aspectos econômicos, sociais e

políticos. Embora as técnicas de otimização incluam programação linear, programação dinâmica e programação inteira, a primeira é a mais amplamente usada no campo de planejamento de fontes de água. Os autores demonstraram a aplicação da programação linear na localização de plantas de tratamento de águas e disposição de resíduos sólidos de uma região, minimizando custos de tratamento de águas, transporte e disposição de sólidos, bem como, impactos adversos à qualidade da água e do solo.

Trabalhos têm sido conduzidos aplicando Pesquisa Operacional, a grande maioria sobre decisão quanto à disposição de resíduos urbanos e águas residuárias (Diop e Maystre, 1989; Kankasar e Polprasert, 1983; Lessard e Beck, 1991).

Aplicado à municipalidade do Estado de Santa Catarina, Baasch (1995) se baseia no modelo analítico hierárquico para a implementação de um sistema de apoio à decisão na gestão de resíduos sólidos urbanos.

Um vasto número de publicações existe sobre sistemas de tratamento de águas residuárias, devido à sua importância para a Engenharia Ambiental, especialmente quanto a técnicas para a geração de sistemas a serem comparados. Chang e Liaw (1985) comparam duas técnicas de modelagem de geração de sistemas, analisando a Geração Eficiente ao Acaso (ERG) e a Geração e Seleção (G&S).

Métodos de otimização podem ser usados para acessar projetos e operação de sistemas integrados de gestão de resíduos. Como consequência do aumento dos custos de manutenção de aterros e dificuldades associadas, tem sido estudada a criação de unidades centralizadas de recuperação de material. Lund *et alii* (1994) colocam que a programação linear é ideal para o estudo econômico preliminar sobre as unidades de recuperação de materiais.

Por outro lado, Ellis e Tang (1991) colocam que a programação linear é inadequada para o tratamento dos processos de otimização porque as relações do tratamento de águas residuárias não são, usualmente, lineares. Citam a popularidade atingida pela programação dinâmica desde os trabalhos de Chia e Krisnan (1969), Evenson *et alii* (1969) e Chia e DeFilippi (1970). Adicionalmente, os

trabalhos com programação não linear foram capazes de selecionar alternativas de tratamento ótimo, acompanhados pela introdução das variáveis de decisão zero-um, tornando o modelo uma mistura de programação não linear e inteira, o que foi utilizado pelos autores no desenvolvimento do modelo para otimização do tratamento de águas residuárias. Eles não consideraram apenas a minimização do custo, mas introduziram mais conceitos subjetivos para a produção de um modelo que inclui considerações ambientais, sociais e fatores culturais, trabalhando com vinte variáveis.

Diversos outros trabalhos existem com a elaboração de modelos para centralização de tratamento de resíduos líquidos e/ou sólidos regionais.

Voutchkov e Boulous (1993) apresentam as vantagens em alocar o tratamento de águas residuárias regionais em uma única planta. O problema resultante, classificado como de grande escala por ser um processo de planejamento regional, pode ser dividido em dois estágios, o de seleção (screening) e o de otimização. O primeiro pretende atingir uma redução no número de possíveis alternativas para o tratamento regionalizado, com conseqüente redução na entrada detalhada de informações. Refere-se a uma etapa mais genérica e simplificada do processo, sendo mais simples do que o estágio de otimização. Este consiste em encontrar o mínimo custo no plano regional. Envolve programação linear, ordenação de pontos extremos, programação dinâmica, programação combinatorial "branch-and-bound", uma combinação de programação linear e dinâmica. O método heurístico proposto é para ser utilizado em uma etapa preliminar de pré-otimização, podendo ser empregado em conjunto com qualquer outra rotina padrão de otimização no segundo estágio, em análise de sistema de grande escala.

Procedimento utilizando seleção prévia foi também proposto no trabalho de Spriggs e Smith (1996), justificando que a etapa da seleção tem sido valiosa alternativa para resolver problemas ambientais.

Ellis *et alii* (1985) já ressaltavam as vantagens de unidades centralizadas de tratamento de águas residuárias e propunham o desenvolvimento de um método

de otimização estocástica/simulação para a seqüência de tratamento de líquidos residuários industriais. O método proposto contém os seguintes atributos críticos:

- 1 - seleção objetiva do processo da unidade de tratamento baseada no custo/eficiência;
- 2 - variabilidade da concentração dos contaminantes do influente incorporada no modelo;
- 3 - habilidade para acomodar diversas vazões de influentes com composições específicas.

Os autores consideram que o modelo é uma ferramenta útil para delinear seqüências de mínimo custo de tratamento de líquidos industriais. A importância deste modelo está na caracterização da concentração dos contaminantes no influente por função de probabilidade lognormal de densidade, com vazão do influente residual gerada pela técnica de Monte Carlo.

Ong e Adams (1990) concordam com esta tendência da centralização das unidades de tratamento, o que tem levado, devido à complexidade envolvida, à procura de modelos matemáticos para a solução dos problemas. Colocam que a maioria das técnicas desenvolvidas para resolver esta classe de modelos sofrem de um ou mais dos seguintes problemas:

- 1 - restrições sobre as capacidades de tratamento não podem ser facilmente impostas;
- 2 - capacidade existente não pode ser facilmente incorporada;
- 3 - existe grande necessidade de recursos computacionais.

Em vista disto, apresentam uma alternativa abrangente e simples para resolver o problema da expansão de um sistema regional de tratamento de efluentes. Eles consideram tanto a capacidade e a transferência intra e inter plantas quanto a qualidade da água recebida no tratamento.

Segundo Adrian *et alii* (1994), o trabalho de Sheeter e Phelps (1925) foi o primeiro a desenvolver uma relação entre a quantidade de resíduo orgânico, a DBO e o oxigênio dissolvido em rios, produzindo o modelo clássico "sag" do oxigênio dissolvido.

Diversas outras contribuições foram acrescentadas e, em 1991, Yu *et alii*, introduziram o conceito de “tempo de memória” de um rio - “*espaço de tempo necessário para um rio esquecer que recebeu a entrada de certo volume de resíduos*”. Os mesmos autores, citados por Adrian *et alii* (1994), afirmam que as soluções analíticas unidimensionais comuns, freqüentemente ignoram que a concentração da DBO é sempre dependente do tempo, então aplicam o método da superposição para descrever o impacto de pulsos discretos da DBO aplicado a um rio. ADRIAN e os colaboradores desenvolveram um modelo para respostas do rio à variação senoidal da DBO, sendo sugerida sua aplicação para otimização de parâmetros.

Uma das opções para reutilização de águas residuárias está no tratamento de solos. Apesar desta possibilidade, deve ser obedecido um fluxo de entrada e saída para que o processo seja efetivo. De acordo com Buchberger e Maidment (1989), o problema de dimensionamento da estocagem de águas residuárias no solo é similar, em muitos aspectos, ao dimensionamento de um reservatório de suprimento de água e técnicas desenvolvidas em análise estocástica aplicada a reservatórios podem ser bem aceitas para resolver o problema de estocagem de águas residuárias na operação de tratamento do solo.

Considerando a importância dos sistemas de processamento de resíduos sólidos urbanos, Ceric e Hlupic (1993) elaboraram um estudo completo de simulação. Foi produzido um modelo conceitual do sistema usando a técnica do diagrama de ciclo de atividade e este modelo conceitual foi usado para gerar o programa de simulação.

A disposição de resíduos sólidos industriais e urbanos em aterros sanitários culmina com a saturação destes depósitos, sendo necessário um trabalho administrativo sobre a colocação de capas de cobertura e acompanhamento do seu desempenho. Adicionalmente, novas áreas devem ser encontradas com relativa freqüência. Paralelamente, a reciclagem é uma opção, mas os aterros persistirão, pois nem tudo é reciclável.

Lund (1990) desenvolveu um método que usa programação linear para avaliar e planejar a reciclagem de resíduos sólidos urbanos. O método proporciona um plano de reciclagem de mínimo custo e maximiza o tempo de vida útil de aterros. As opções de reciclagem minimizam o valor presente do custo de disposição dos resíduos sólidos em um futuro infinito. No método, o engenheiro deve descrever cada opção de reciclagem em termos do seu custo de implementação e eficiência média na redução do volume de disposição. O autor alerta quanto à necessidade de atualizar as opções de reciclagem dentro da realidade do período de interesse. Após a elaboração do modelo, o programa LINDO é utilizado para a resolução do problema.

Modelos específicos para determinadas atividades agrícolas e/ou industriais têm sido desenvolvidos. A exemplo disso, Bouzaher e Offutt (1992) desenvolveram um modelo matemático para verificação da viabilidade de conversão de resíduos da colheita do milho para a produção de álcool. Do ponto de vista metodológico, os autores utilizaram três recursos integrados de Pesquisa Operacional: programação linear, simulação Monte Carlo e programação por troca de restrições.

Os trabalhos com Pesquisa Operacional contam, principalmente, na resolução de problemas com grande número de variáveis, com o auxílio de sistemas especialistas, programas de computadores que agilizam a resolução de algoritmos. A área ambiental possui diversos programas específicos incluídos nas categorias: interpretação, planejamento, prevenção, diagnóstico e reparos, monitoramento e controle, instrução e projetos (Hushon, 1987).

Ford *et alii* (1993) compararam dois programas de computador, AWARDS (Agricultural Waste Application Rule-based Decision Support) e GLEAMS (Ground Water Loading Effects of Agricultural Management System), diferentes em complexidade, uma vez que o AWARDS é um programa que permite a um agricultor planejar e administrar todas as suas propriedades e a aplicação de resíduos, enquanto no programa GLEAMS, aspectos mais importantes estão relacionados com a massa de nitrogênio e/ou fósforo em Kg/ha e, o seu deslocamento no solo para as raízes das plantas. O AWARDS requer 17

parâmetros para cada campo a ser avaliado, o GLEAMS requer 248 parâmetros para a simulação. Os autores concluem que embora os dois programas possuam níveis diferentes de tecnologia, eles podem ser usados em conjunto para auxiliar os produtores rurais (fazendeiros) no seu trabalho agrícola em harmonia com o ambiente.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA E ANÁLISE DO PROBLEMA

O presente trabalho pretende atingir os objetivos propostos através da seqüência de procedimentos assim descritos:

1 - Revisão dos processos de produção nas indústrias de aves, suínos, pescados e feculares, incluindo a geração de resíduos, por meio de revisão bibliográfica, visitas às indústrias, institutos com elas relacionados e às suas respectivas associações. Quanto às visitas, a amostragem abrangerá, no mínimo, 20 % das indústrias de cada setor estudado, no Estado de Santa Catarina.

2 - Apresentação da estrutura da utilização de sistemas e procedimentos para a gestão de resíduos e dos panoramas gerais da concepção quanto aos resíduos, junto aos grupos de interesse direto e indireto, nos países em desenvolvimento, embasados em visitas às indústrias e troca de informação direta com profissionais.

3 - Diagnóstico das concepções das indústrias, órgãos de fiscalização ambiental do governo e das universidades, quanto à gestão ambiental, através de conversa informal com profissionais e questionários conforme o modelo apresentado no anexo A.

4 - Organização de uma estrutura para demonstrar a gestão de resíduos nas indústrias, nos seus diferentes níveis de concepção, construída segundo dados

de referências bibliográficas, questionário, conforme modelo anexo e, visitas às indústrias.

5 - Construção do modelo matemático, com descrição de uma formulação conceitual e desenho de sistemas de processamento de resíduos segundo sua natureza e a das indústrias. A elaboração dos sistemas estará baseada no conhecimento da composição dos resíduos e do seu potencial como matéria-prima. Os sistemas propostos serão comparados quanto ao benefício econômico e ambiental através de seleção prévia (pré-screening).

O benefício econômico para cada sistema proposto será calculado mediante formulação especificamente desenhada e o benefício ambiental através da resposta de cada sistema proposto sobre os parâmetros ambientais e de composição dos resíduos.

A seleção prévia precede à decisão quanto à localização do centro de reprocessamento, a qual será determinada pelo modelo matemático propriamente dito.

O modelo matemático, utilizando-se de variáveis de decisão zero e um, quanto ao sistema de processamento de resíduos e local de processamento, determina o melhor conjunto de procedimentos para minimizar custos de transporte e maximizar benefício econômico com o processamento selecionado. Será resolvido pelo método SIMPLEX utilizando aplicativo LINDO (LINDO SYSTEMS, INC.).

Uma simulação do modelo matemático proposto será apresentada, para o caso das indústrias de aves do Estado de Santa Catarina, tomando-se como referência os dados fornecidos pela Federação das Indústrias do Estado e ICEPA (Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina), quanto à localização das unidades geradoras de resíduos. Quanto aos dados sobre o efeito de cada sistema desenhado sobre os resíduos, serão simulados, segundo os dados de literatura e das experiências práticas repassadas pelas indústrias. A indústria de aves foi a selecionada, dentre os setores estudados, pois é o setor mais profissionalizado, que dispõe de maior volume de dados divulgados através de publicações oficiais e, adicionalmente, é o grupo que melhor se dispõe a prestar

informações, mesmo informais, sobre as suas experiências práticas. Fatos que fazem reduzir a distância entre os valores simulados e os reais.

6 - Como resultado adicional da experiência vivida no Japão, durante o Doutorado “sanduíche”, um modelo de gestão ambiental integrado entre indústrias, governos e universidades, será desenhado como um suporte de organização dos grupos de interesse para a elaboração, análise, seleção, avaliação e emprego das tecnologias e procedimentos para a minimização de resíduos. Em consideração à necessidade de conhecimento de resíduos, processos e tecnologias de utilização, o modelo será elaborado objetivando demonstrar que a solução dos problemas setoriais terá reação em cadeia, através da integração, concorrendo para a minimização global de resíduos.

A figura 04 apresenta uma ilustração simplificada da metodologia a ser adotada neste trabalho.

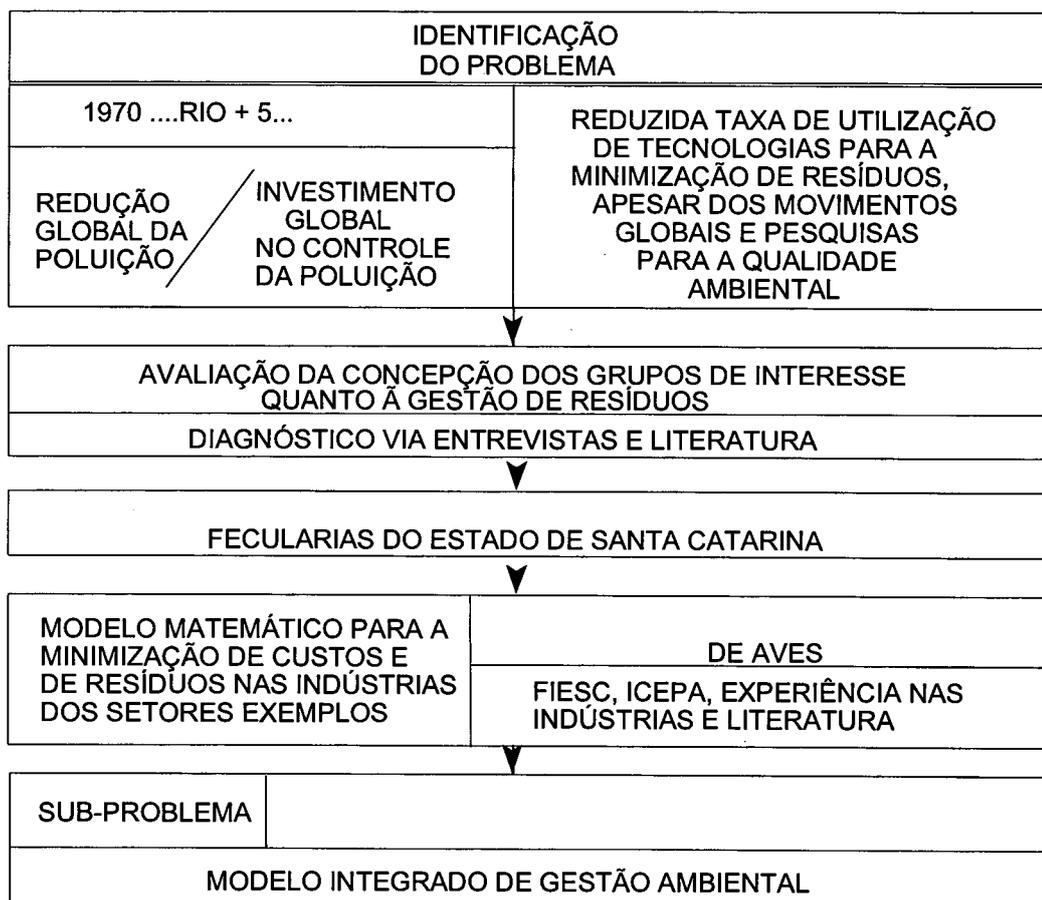


Figura 4 - Representação da metodologia adotada.

3.1. O CASO DAS INDÚSTRIAS DE AVES, SUÍNOS, PESCADOS E FECULARIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Considerando a importância da indústria, como agente para a qualidade ambiental, o presente trabalho toma como exemplo o setor de alimentos, especialmente das indústrias de aves, suínos, pescados e feculárias, para demonstrar que o procedimento da gestão ambiental, por setor, pode contribuir para melhorar a eficiência do emprego das tecnologias existentes. Os quatro setores industriais são tomados como exemplos pois são diferenciados entre si o suficiente para refletir o problema global da gestão ambiental.

Enquanto as indústrias de aves e suínos têm padrão tecnológico a nível e até superior aos encontrados nos países desenvolvidos, desde a produção das matérias-primas até os resíduos, a indústria de suínos já se diferencia da de aves quanto aos incentivos. Por outro lado, os setores de pescados e o de produção de fécula não têm se profissionalizado o suficiente e, como resultado, respeitadas as características de cada um, não têm perspectivas a adentrar com sucesso nos programas de gestão ambiental.

São quatro setores que contribuem para a economia do Estado de Santa Catarina e do Brasil, adicionalmente, têm investido e apresentam concepção grosseiramente diferenciada quanto à gestão ambiental. Pode-se dizer que as diferenças existentes entre as indústrias de aves e suínos e as de fécula e de pescado, são um reflexo das diferenças existentes entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, respectivamente, e que os efeitos de sua gestão ambiental, apesar de diferenciada, são também uma projeção dos problemas globais os quais ainda persistem.

3.1.1. Produção de Carne de Aves

O consumo internacional de carne de aves tem aumentado especialmente devido à tendência ao consumo de carnes brancas e redução nos custos de industrialização e produção. Hoje, há países onde o consumo de carne de aves é mais alto do que o de outras carnes mais tradicionalmente usadas. Foi o que

ocorreu no Brasil, o maior exportador de aves da América Latina. No ano de 1993, o Brasil exportou 525.062 toneladas de carne de aves, o que equivale a 96,96 % das exportações do continente (FAO, 1993; GENERAL AGREEMENTS ON TARIFFS AND TRADE, 1994).

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992), 44,98 % da produção brasileira de aves encontra-se na Região Sul, 29,89 % na Região Sudeste, 16,85 % na Região Nordeste, 4,50 % na Região Central e 3,77 % na Região Norte do Brasil.

Apesar da importância do produto brasileiro no mercado externo, através das exportações seguindo principalmente para Arábia Saudita, Japão, União Européia e Argentina, além de mais outros quarenta países, os brasileiros têm uma preferência especial por carne de aves. O consumo médio per capita no País é de 20,5 Kg/pessoa/ano (Annon. **Poultry International**, 1995), incrementado após a introdução do Plano Real, desde julho de 1995.

A avicultura brasileira é hoje a atividade produtiva mais tecnificada, tendo plantas distribuídas em todo o território nacional, especialmente na Região Sul. O Estado de Santa Catarina produziu em 1995, 726.000 toneladas de carne de frango, 17,88 % da produção nacional (IBGE, 1992). É o berço da avicultura brasileira, sendo responsável pela maioria da produção e exportação do Brasil. Os dados quanto à produção de carne de frangos no Estado estão apresentados no quadro 02 e ilustram a tendência para o crescimento.

No Estado de Santa Catarina, segundo dados da FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, 1995), a produção de carne de aves está distribuída conforme ilustrado na figura 05.

A idéia de contratar criadores, ou de sistemas integrados é a base de todo o sucesso do setor, tendo tido sua origem no Estado de Santa Catarina. Neste sistema, a companhia fornece ração, medicamentos e pintos recebendo as aves no tempo de abate, pagando bônus para boa produção. Seguindo esta idéia de sucesso, a avicultura brasileira adquiriu característica única de qualidade, clientes, exportação, corporações abertas, associações, reconhecimento do governo, tecnologia e consideração para com o meio ambiente (Wright, 1995). Deste intenso

e contínuo trabalho e dedicação aos clientes nacionais e internacionais foi possível competir com produtores dos países desenvolvidos, liderando o mercado internacional juntamente com Estados Unidos e China (Wright, 1997).

3.1.2. Produção de Carne Suína

China, União Européia e Estados Unidos são os maiores produtores mundiais de carne suína, sendo União Européia, Canadá e Taiwan os principais exportadores e, Japão, Estados Unidos e Hong Kong os maiores importadores (GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE, 1994).

O plantel brasileiro de suínos é o quarto do mundo, com 33 milhões de cabeças. O mesmo não pode ser dito com relação à produção de carne. O País produz, em média, um milhão de toneladas de carne suína por ano. Esta disparidade ocorre porque uma grande porção do estoque está constituída por animais sem qualificação produtiva. Adicionalmente, de forma diferente da indústria avícola, com expressiva participação no mercado externo, a insegurança econômica do País não tem impulsionado novos investimentos neste setor (Annon., 1991).

O consumo brasileiro de carne suína tem sido influenciado pela preferência da população pela carne bovina e pela explosão no consumo de carne de aves. Ocorreu uma grande expansão do mercado interno nos anos 70, com uma retração nos anos 80 e mais recentemente (Machado, 1994).

Pelo desempenho do Estado de Santa Catarina neste setor, o Brasil exportou pequenos volumes até 1977. De 1978 até 1987 houve uma interrupção devido a barreiras sanitárias e competitividade européia. No final dos anos 90 foram abertas novas oportunidades para exportações, devido a novos negócios com Argentina e Hong Kong (Machado, 1994).

Os brasileiros não possuem o hábito do consumo de carne suína (Annon., 1991). O consumo per capita tem sido constante desde 1970, variando entre 6,8 e 7,5 Kg, apesar do comportamento atípico apresentado nos anos de 1986 e 1987 devido aos efeitos do Plano Cruzado (Machado, 1994).

Entre 1985 e 1994 a produção apresentou um crescimento anual médio em carcaça/equivalente de 2,7 %, enquanto o consumo interno aumentou apenas 2,3 %, devido especialmente à depressão do mercado nos anos de 1988 e 1989. Nos anos 90, o mercado teve uma taxa de aumento mais alta do que a produção devido ao aumento das exportações (Machado, 1994).

A produção brasileira de suínos, segundo dados do IBGE (1992), está distribuída com 31,64 % na Região Sul, 28,82 % na Região Nordeste, 18,10 % na Região Sudeste, 11,15 % na Região Norte e 10,29 % na Região Central. Em se tratando de carne suína, a Região Sul é responsável por aproximadamente 60 % da produção brasileira (Machado, 1996).

Segundo dados do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA) e ICEPA (1996), o Estado de Santa Catarina produziu 450.000 toneladas de carne suína em 1995. O quadro 02 apresenta os dados de produção de carne suína no Estado nos últimos anos, caracterizando um aumento da produção.

A maioria das unidades de abate e processamento de suínos estão localizadas nas Regiões Oeste e Norte do Estado. Até o ano de 1995, Santa Catarina foi o terceiro maior produtor nacional (ICEPA, 1996). A figura 05 ilustra a distribuição das indústrias processadoras de suínos no Estado.

3.1.3. Produção de Pescados

Estatísticas internacionais sobre a produção de pescados são otimistas. Em termos médios, há um ligeiro aumento na produção mundial de pescados. China, Japão, antiga União Soviética, Peru e Estados Unidos são os principais produtores (FAO Yearbook Fish Statistics, 1992). Ao mesmo tempo, chineses e japoneses são internacionalmente reconhecidos por usarem quase integralmente o potencial do pescado capturado, maximizando a utilização da matéria-prima.

Segundo dados do IBGE (1992), o Brasil produziu em 1987, 834.936 toneladas, reduzindo para 780.000 toneladas em 1993, 6,6% menos.

Devido à origem marinha da matéria-prima, conforme está sendo tratada no presente trabalho, ocorre uma grande diversidade de material recebido pelas

indústrias processadoras de pescados. Este fato também contribui na dificuldade com a coleta de dados. Indústrias têm contribuído fornecendo boletins diários sobre captura de pescados o que tem permitido conhecer a produção de pescados no Estado de Santa Catarina (CEPSUL – CENTRO DE PESQUISA E EXTENSÃO PESQUEIRA DA REGIÃO SUL E SUDESTE, 1994). O anexo B apresenta os tipos de pescados freqüentemente capturados no Estado, representando esta diversidade.

Apesar das dificuldades com a coleta de dados sobre a produção de pescados, estatísticas são disponíveis graças ao desempenho do IBAMA, CEPSUL, governos locais e indústrias. O quadro 02 apresenta os dados sobre a produção de pescados no Estado de Santa Catarina (ICEPA, 1996).

O pescado consumido no Estado é proveniente da pesca industrial, artesanal e cultura em cativeiro. A pesca industrial é a mais representativa. Ela está caracterizada pelo emprego de barcos com tamanho superior a oito metros de comprimento com elevado poder de captura, munidos de sistema de conservação a bordo. A pesca artesanal, normalmente, não utiliza barcos, quando o faz, eles medem menos de oito metros de comprimento e são desprovidos de sistema de conservação do pescado, tendo atividades restritas a pequenas áreas (CEPSUL, 1994).

A pesca industrial no Estado está quase integralmente distribuída nas cidades de Itajaí e Navegantes, correspondendo a cerca de 98,10 % da produção, sendo o restante distribuído por toda a costa conforme ilustra a figura 05.

Há um aumento na produção industrial e decréscimo na produção artesanal de pescados, em termos comparativos, mas a produção total vem diminuindo nos últimos anos, 28,84% de 1980 até 1993 (CEPSUL, 1994; ICEPA, 1996), o que está de acordo com a tendência nacional.

Quadro 2 - Produção de carne de aves, suínos e pescados no Estado de Santa Catarina (CEPSUL, 1994; ICEPA, 1996)

Ano	1000t		
	aves	suínos	Pescados
1990	559	320	64,5
1991	605	350	80,9
1992	634	374	77,4
1993	636	374	97,7
1994	660	394	115,3
1995	726	450	75,2

3.1.4. Produção de Amido de Mandioca

Brasil, Nigéria e Tailândia disputam a primeira posição mundial na produção de mandioca. Segundo dados publicados pelo Instituto CEPA/SC, em 1994 o Brasil produziu 24.009.000 toneladas. A produtividade média do ano esteve em 13,063, enquanto a da Tailândia atingia 13,804 ton/ha e a da Nigéria 10,500 ton/ha.

O Brasil produz mandioca em toda a sua extensão. O Estado de Santa Catarina é um tradicional produtor, ocupando a sétima posição nacional, sendo o Pará o primeiro (ICEPA, 1994).

No quadro 03, sobre a produção e rendimento no Estado de Santa Catarina segundo o IBGE (1992), observa-se uma intensa redução no cultivo desta matéria-prima desde 1990, embora seja crescente o rendimento. Existe uma opinião generalizada de que os produtores irão conduzir as colheitas segundo padrões tecnológicos e administrativos mais apropriados à realidade de cada tempo, objetivando melhorar resultados com a atividade (Buogo, 1994).

Adicionalmente à extensão do seu cultivo, a mandioca é uma matéria-prima explorada desde os nossos primeiros índios, sendo ainda hoje, muito empregada tanto a nível doméstico quanto industrial. Os produtos industriais mais comuns são:

farinha de mandioca, amido de mandioca, popularmente chamado de polvilho (doce ou azedo) ou fécula; lascas e outras formas de produtos fermentados ou não.

Apesar da existência de um grande número de farinheiras a nível nacional, entre os produtos industrializados de mandioca, o polvilho doce apresenta elevado valor agregado. Seu emprego atinge amplo espectro, na indústria química, farmacêutica, alimentos e outros inúmeros setores. Ele é denominado “ouro branco” devido à sua aplicação como matéria-prima para amidos modificados e derivatizados com ampla aplicação em diversos setores industriais (Chuzel *et alii*, 1994; Ostertag, 1994; Takitane *et alii*, 1994; Vilela e Ferreira, 1987).

Segundo dados fornecidos por Takitane *et alii* (1994), sobre as indústrias de amido de mandioca no Brasil, o polvilho doce é produzido no País por aproximadamente setenta indústrias, com capacidade de produção variando entre 20 e 60 toneladas de raiz por dia. A produção está concentrada nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A maioria dos processadores estão instalados nos estados do Paraná e Santa Catarina.

De acordo com dados do Sindicato da Mandioca e Açúcar de Rio do Sul, Ilhota e São João Batista, as primeiras fecularias brasileiras foram instaladas na Região Sul, após a Segunda Grande Guerra, com uma maior concentração delas no Estado de Santa Catarina. Desde o final da década de 80, tem havido uma transferência significativa das indústrias feculeiras de Santa Catarina para o Paraná, segundo maior produtor nacional da raiz, devido às melhores condições de trabalho naquele Estado, especialmente de rendimento (Groxko e Zampieri, 1988).

Atualmente, Santa Catarina conta com aproximadamente vinte indústrias de amido de mandioca distribuídas no Estado conforme ilustra a figura 05.

Quadro 3 - Produção e rendimento de raízes de mandioca no Estado de Santa Catarina (ICEPA, 1996).

Ano	Produção (t)	Rendimento (ton/ha)
1986	1.224.186	14,434
1987	1.221.229	16,124
1988	1.165.878	16,783
1989	1.291.799	17,280
1990	1.162.239	17,194
1991	1.099.855	17,356
1992	1.017.929	17,929
1993	1.017.560	18,033
1994	937.735	17,619

3.1.5. Características e Geração de Resíduos das Indústrias de Aves, Suínos, Pescados e Fecularias

Trabalhos envolvendo procedimentos e conceitos de valorização de resíduos e tecnologia limpa ou outros processos produtivos a caminho do desenvolvimento sustentável devem estar também sustentados por conhecimentos sobre matérias-primas, processos e pontos de geração de resíduos.

Quanto ao processamento de carne de aves, ele ocorre, de maneira geral, conforme ilustrado sinteticamente na figura 06, adaptada de Nemerow (1977). Fezes, sangue, penas, vísceras, ossos, gorduras e outros tecidos são liberados, totalizando aproximadamente 30 % da matéria-prima. Material solúvel e suspenso no efluente líquido tem significativa contribuição na carga poluidora do setor. Característica especial dos resíduos líquidos e sólidos está no valor nutritivo e propriedades funcionais.

O processamento de carne suína apresenta características similares ao de carne de aves, conforme ilustrado sinteticamente na figura 07, adaptada de Nemerow (1977). Um grande consumo de água, necessário na indústria de carne, carrega uma valiosa matéria orgânica solúvel e insolúvel.

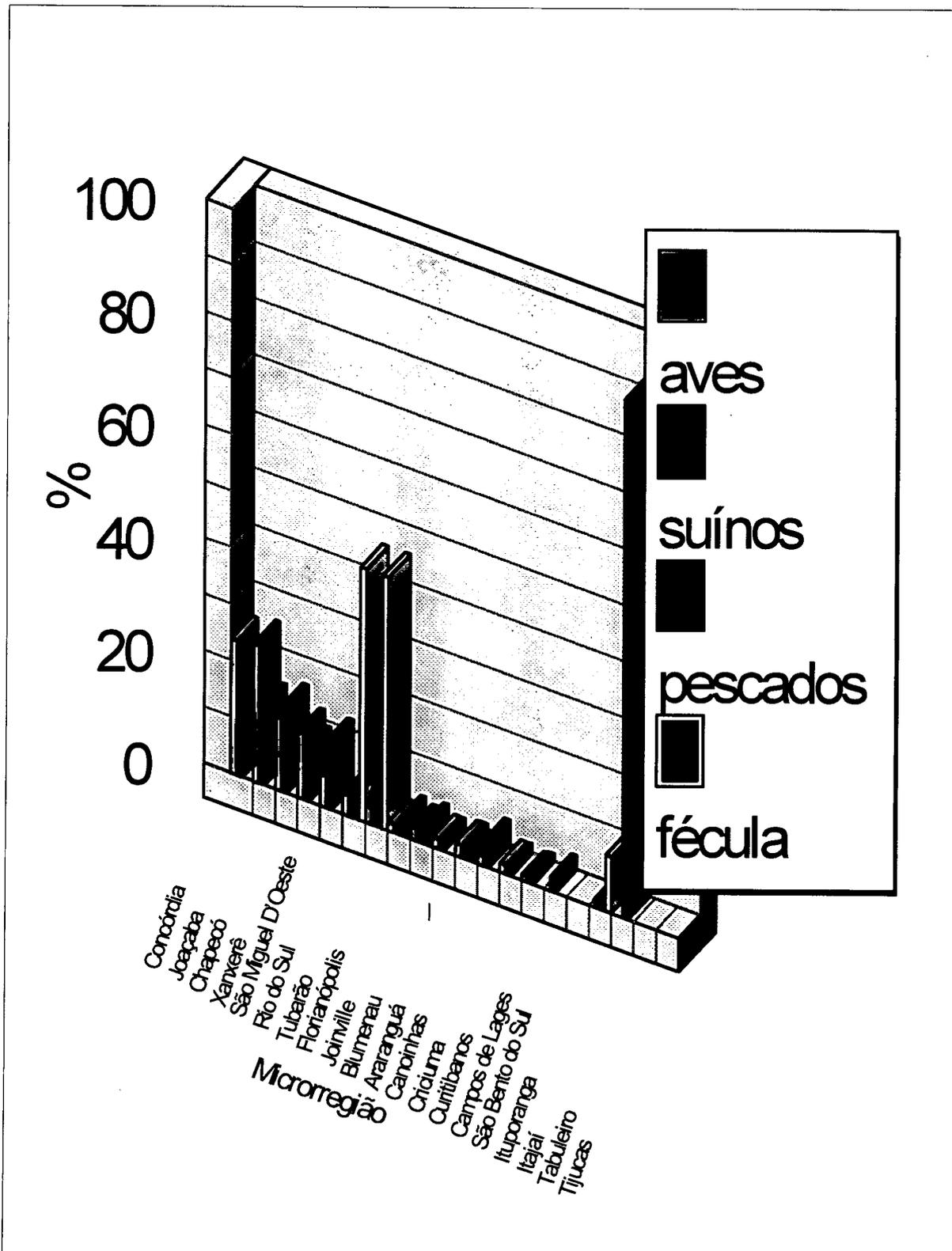


Figura 5 - Distribuição microrregional das indústrias de fécula e das processadoras de aves, suínos e pescados do Estado de Santa Catarina (FIESC, 1995; ICEPA, 1996).

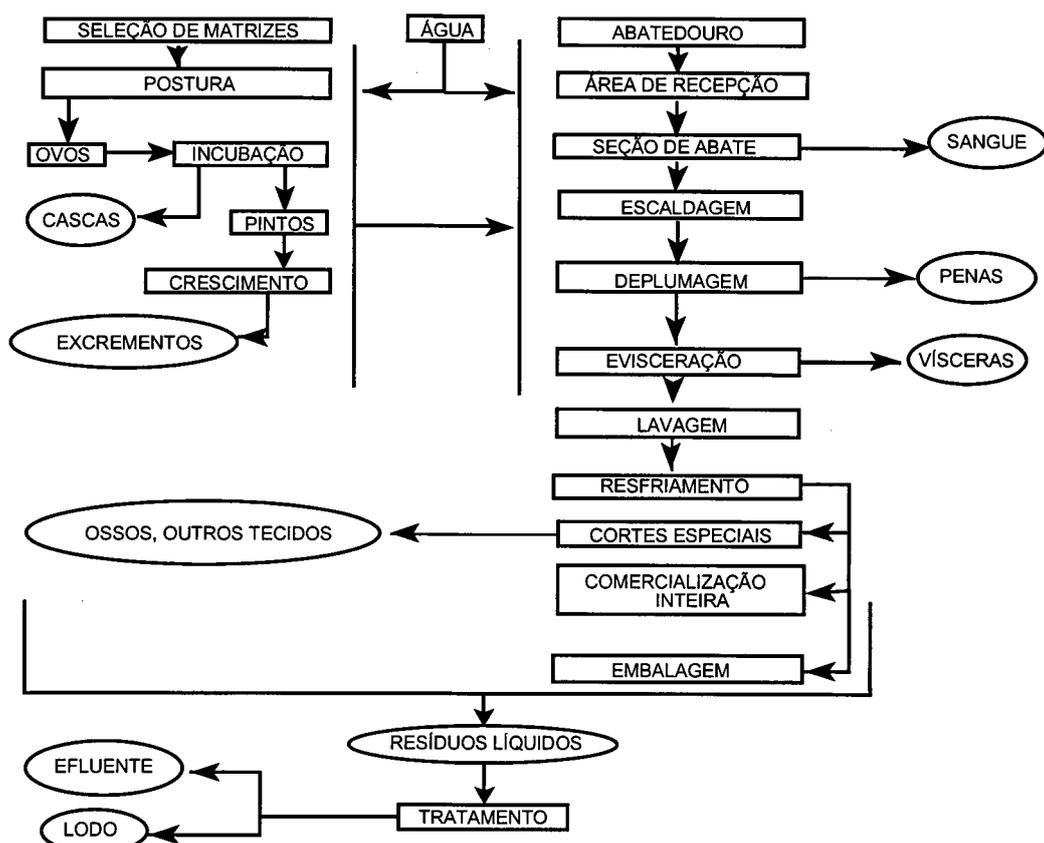


Figura 6 - Fluxograma sintético da produção de carne de aves e geração de resíduos.

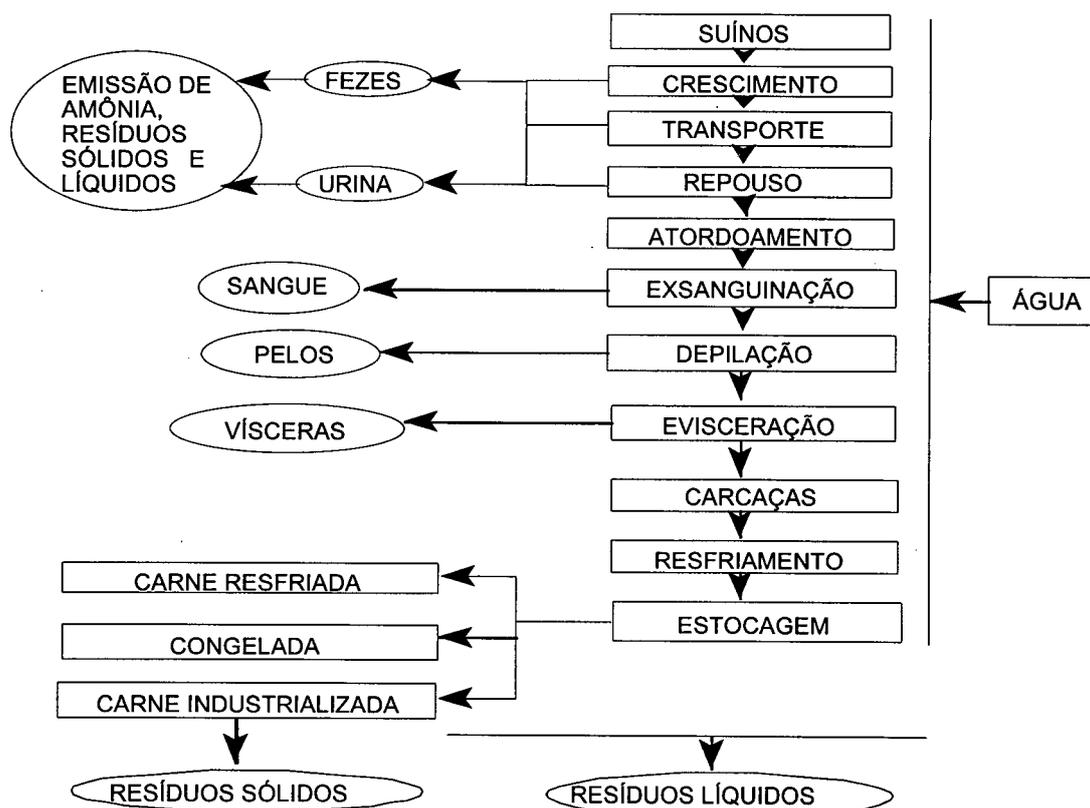


Figura 7 - Fluxograma sintético da produção de carne suína e geração de resíduos.

Resíduos sólidos e líquidos dessas indústrias são ricos especialmente em proteínas e lipídios (Franzen *et alii*, 1995). Eles são os principais responsáveis pelas alterações dos parâmetros de controle ambiental, tais como pH, sólidos totais, DBO, DQO

e outros nos efluentes líquidos, esses componentes são os principais integrantes do lodo proveniente do tratamento usando tradicionais tecnologias "end-of-pipe".

Devido à organização no fornecimento da matéria-prima, as indústrias de suínos e aves apresentam uma composição relativamente regular, pode-se dizer constante, com relação aos componentes dos resíduos sólidos e líquidos. Isto não ocorre com a indústria de pescados aqui considerada, onde os suprimentos de matérias-primas não dependem de criação organizada por espécie animal. Mesmo que a indústria de pescados processe apenas uma espécie, a pesca não é seletiva. A seleção da matéria-prima é um passo muito importante no processo, ocorrendo a liberação de uma grande quantidade de espécies e dimensões de baixo valor comercial. Adicionalmente, a água de processamento e descongelamento contém elevada concentração protéica e salina, contribuindo para a importância deste efluente.

A figura 08, adaptada de Nemerow (1977), ilustra sinteticamente as etapas envolvidas no processamento de pescados.

Adicionalmente a estes três setores, a indústria de amido de mandioca tem oferecido importante, preocupante, contribuição para o impacto ambiental, no caso do Estado de Santa Catarina e demais produtores.

Diferentemente dos setores aves, suínos e pescados, os resíduos sólidos e líquidos de fecularias têm característica de carboidrato, açúcares solúveis, celulose e amido que estão presentes em quantidades variáveis segundo matérias-primas e processamento.

O amido é uma substância de reserva das raízes de mandioca onde se apresenta em valores médios de 20 e 30 %, podendo apresentar-se também em pequenas proporções de 13 % ou atingir teores próximos a 35 %. Raízes frescas apresentam umidade de 60 a 75 %. Em base peso seco, o amido pode atingir

concentração de até 90 %. A composição desta matéria-prima, com pequenas concentrações de proteínas (1 a 2 %) e lipídios (0,5 %), constitui-se em vantagem com relação às fontes de amidos concorrentes, especialmente cereais, pois na mandioca o amido é facilmente extraído (Vilela e Ferreira, 1987).

A mandioca no Estado de Santa Catarina tem sua safra entre os meses de maio e setembro, com variações neste período segundo as condições ambientais e econômicas para uma boa ou má colheita. Apesar desta sazonalidade, a elevada carga orgânica dos resíduos líquidos e sólidos de feculárias tem demandado preocupação generalizada. A cada tonelada de mandioca processada são liberados aproximadamente 4 m³ de resíduos líquidos e 70 kg de resíduo sólido (base peso seco), segundo dados coletados junto aos produtores de fécula.

A figura 09, adaptada de Vilela e Ferreira (1987), ilustra sinteticamente o processo de extração do amido de mandioca e seus pontos de geração de resíduos.

Apesar desta apresentação enfocando os sistemas produtivos de forma simplista, objetivando apenas localizar o problema, qualquer ação no sentido de valorização e redução de resíduos requer uma sólida estrutura multidisciplinar integrando indústrias, governos e pesquisadores, analisando profundamente cada setor e unidade do setor dentro de suas particularidades, técnicas, administrativas e sociais.

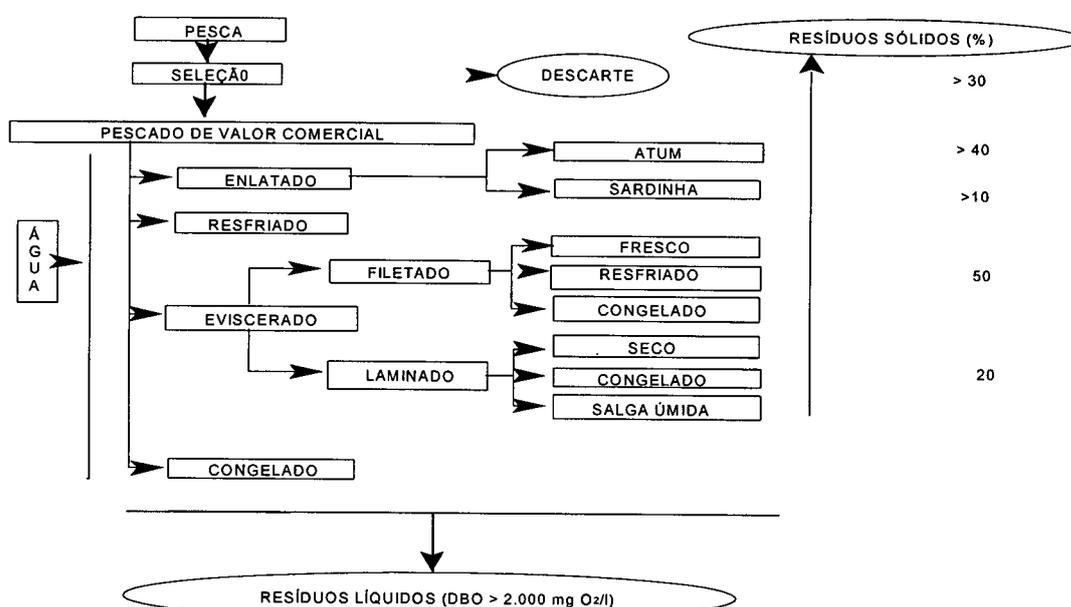


Figura 8 - Fluxograma sintético do processamento de pescados e geração de resíduos.

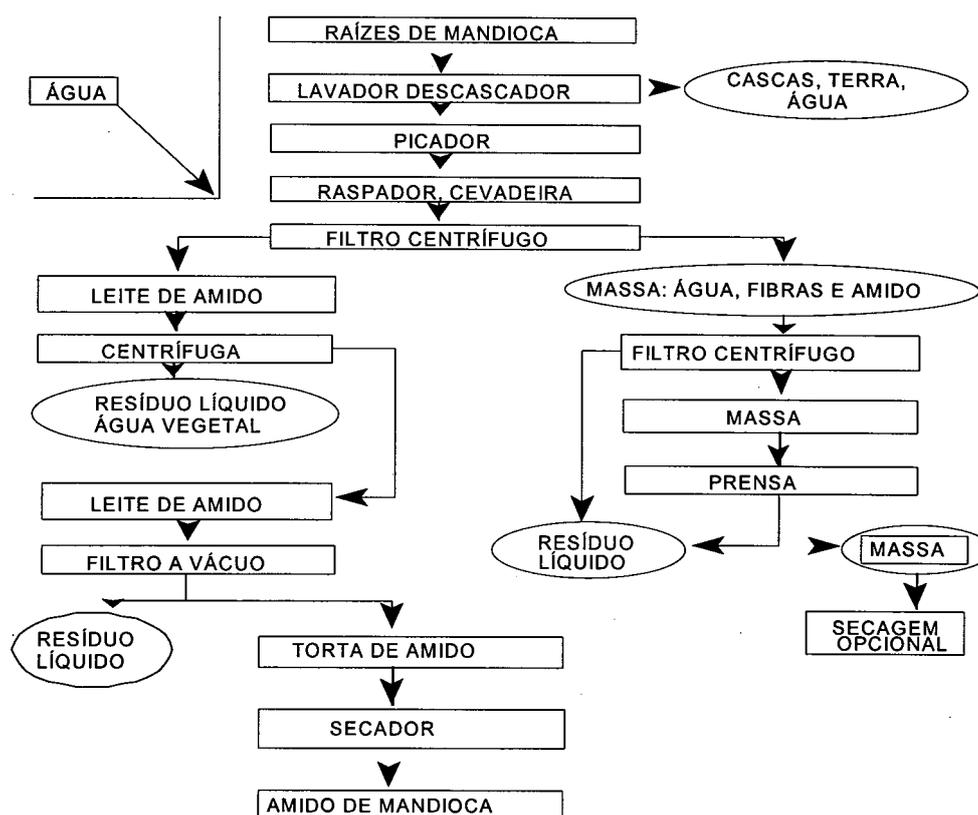


Figura 9 - Fluxograma sintético da produção de amido de mandioca e geração de resíduos.

3.2. MODELO GLOBAL DA GESTÃO AMBIENTAL E UM PANORAMA DA CONCEPÇÃO SOBRE RESÍDUOS JUNTO AOS GRUPOS DE INTERESSE NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

O modelo de gestão ambiental para as indústrias em estudo no presente trabalho será construído a partir da estrutura da utilização de sistemas e procedimentos para a gestão de resíduos representada na figura 10. Os problemas encontrados com relação à concepção sobre resíduos, especialmente nos países em desenvolvimento, pelos grupos de interesse, indústrias, governos e instituições de ensino, pesquisa e extensão, apresentados nas figuras 11, 12 e 13, respectivamente, serão o principal alvo do modelo.

Segundo a estrutura apresentada na figura 10, sistemas e procedimentos para a gestão de resíduos, incluindo sua utilização como matéria-prima e/ou tecnologia limpa, podem atingir baixa ou alta eficiência. A propriedade industrial,

reserva de informações e falta de conhecimento estão colocados como os principais fatores que contribuem para a ampla disponibilidade de soluções não utilizadas em benefício do meio ambiente. A eficiência pode ser deslocada para a direita através da propriedade global, acesso às informações e conhecimento. A comunidade científica aparece como um elo entre os grupos de interesse e os procedimentos ou sistemas disponíveis, constitui-se em veículo no modelo apresentado. Indústrias, governos e comunidades urbanas têm a função de retribuir ao meio ambiente a devida proteção, fazendo uso de técnicas já existentes. Problemas de integração intra e inter grupos não têm permitido atingir o objetivo globalmente ideal e necessário.

O problema tende a deslocar-se para a esquerda nos países em desenvolvimento, onde é comum os fatos econômicos e de interesses de grupos ainda predominarem sobre as necessidades do meio ambiente. Desta forma, a gestão ambiental cede lugar à gestão “econômica”, onde a qualidade ambiental persiste não ocupando espaço nos processos competitivos.

O procedimento de gestão ambiental, segundo as normas ISO 14000, requer como requisito básico a formação de uma filosofia de trabalho voltada para o meio ambiente mantendo as nuances da competitividade, produção e desenvolvimento ⁷⁸, trabalho a longo prazo, especialmente nos países em desenvolvimento.

Objetivando penetrar no problema da baixa eficiência na aplicação de sistemas para a gestão ambiental e, conseqüentemente, minimização de resíduos, foi traçado um panorama geral sobre os conceitos de resíduos. O panorama ilustrado nas figuras 11,12 e 13 reúne informações sobre procedimentos atuais, barreiras à utilização dos sistemas e ações indicadas como ideais da indústria, governo e instituições de pesquisa, ensino e extensão, no que tange aos resíduos propriamente ditos, dados sobre eles, pessoal envolvido e recursos financeiros.

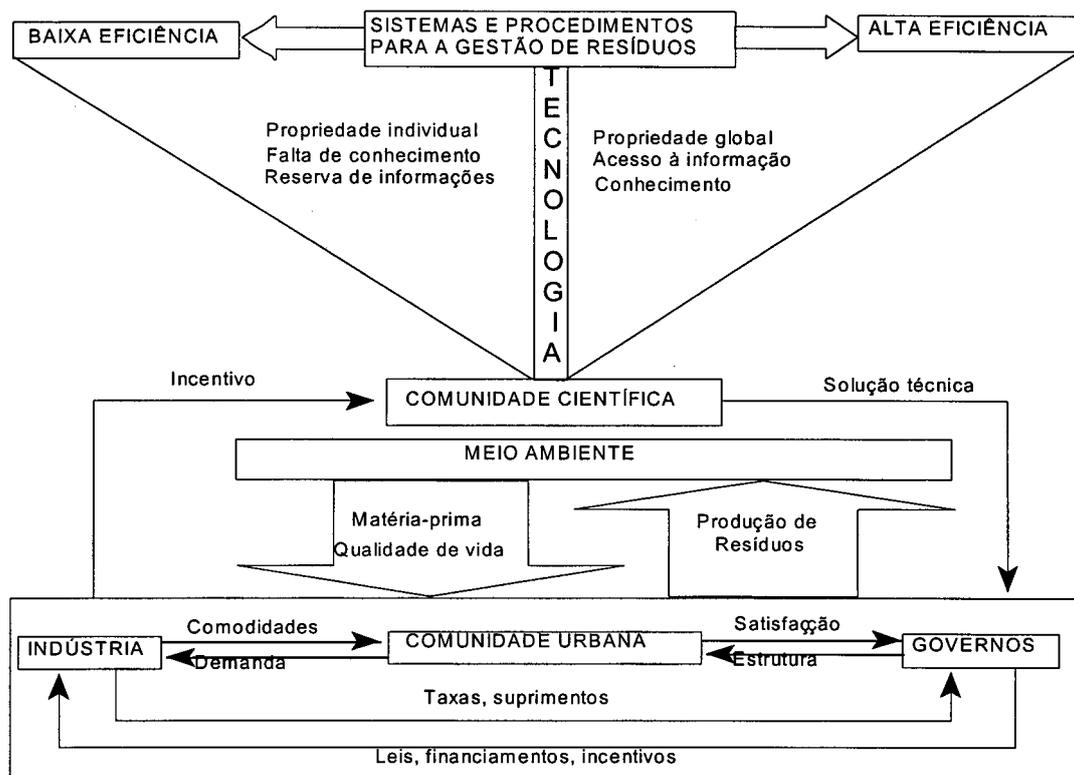


Figura 10 - Estrutura da utilização de sistemas e procedimentos para a gestão de resíduos.

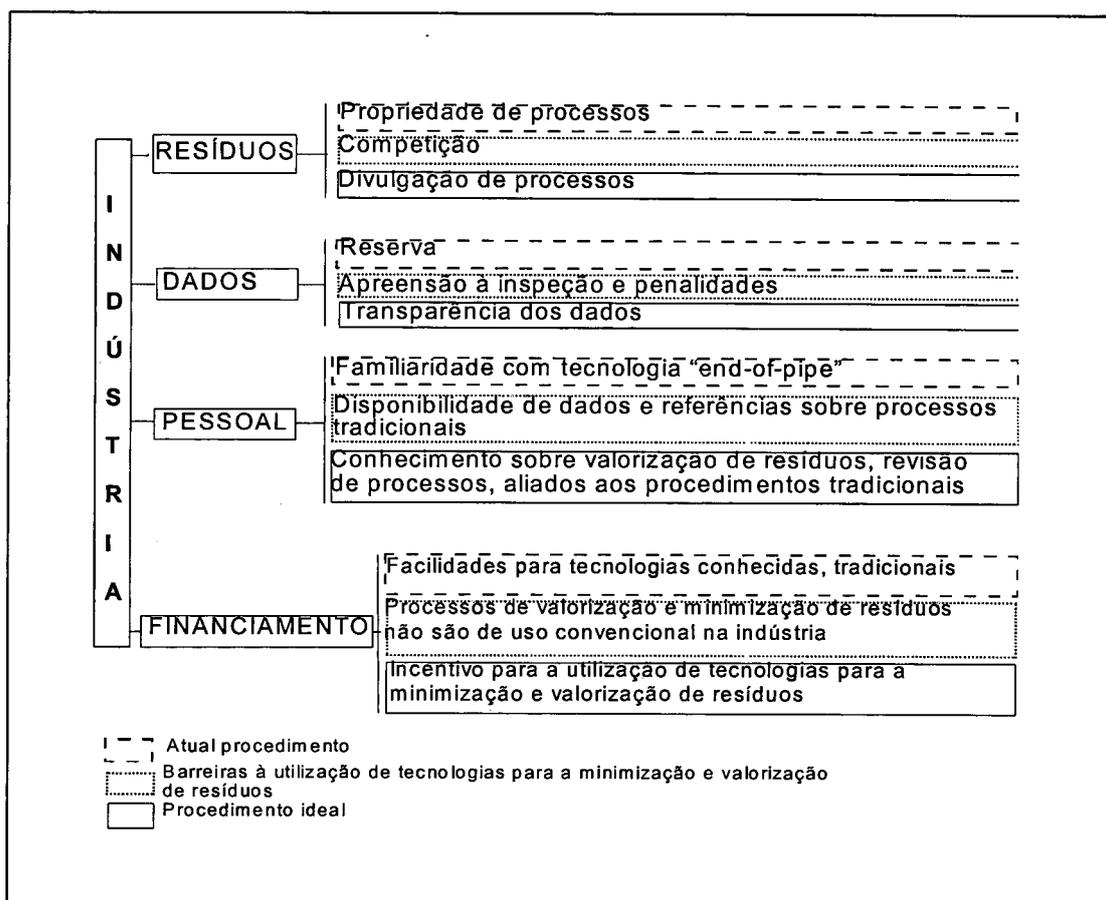


Figura 11 - Panorama geral da concepção de resíduos nas indústrias

A figura 11 procura mostrar um panorama geral da concepção sobre resíduos nas indústrias, não só o que foi diagnosticado junto aos setores industriais investigados no Estado de Santa Catarina, mas também o fruto de observação junto a outras regiões em desenvolvimento e desenvolvidas.

A consideração sobre resíduos, iniciativas para a sua minimização e valorização foi avaliada. Embora exista uma tendência crescente de profissionais das indústrias e das agências financiadoras em ver a questão dos resíduos como uma extensão do trabalho para maximizar o uso do potencial das matérias-primas e, a necessidade de troca de informações, o resultado médio ainda tende para o que foi apresentado.

O panorama, dentro deste contexto, é mais pronunciado nos países em desenvolvimento, os investimentos e programas para mudá-lo são expressivos

junto aos países desenvolvidos, os quais têm concorrido para pequenas alterações neste quadro.

Apesar da iniciativa das próprias indústrias ser importante para a mudança neste panorama, a função exige profissionais treinados, formados, para atender a esta demanda. No entanto, esta dificuldade ainda é realidade também junto às instituições, conforme passaremos a ilustrar.

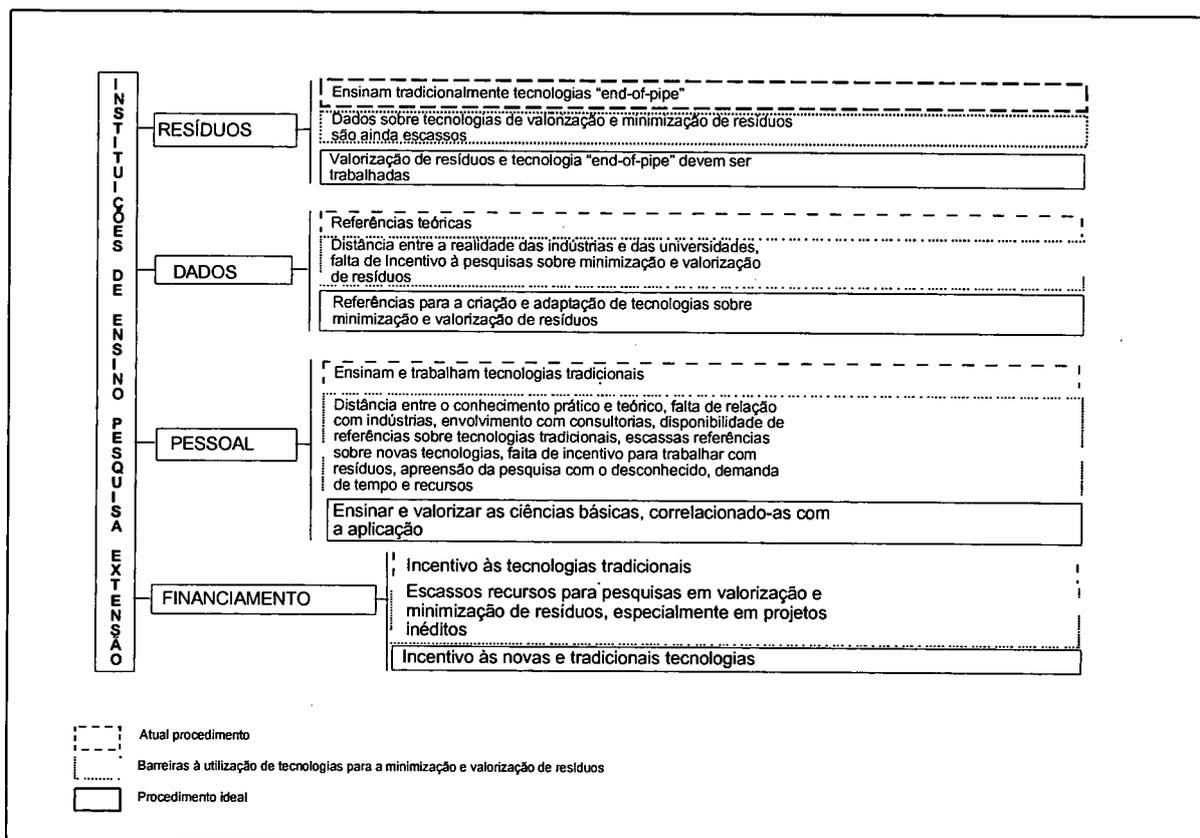


Figura 12 - Panorama geral da concepção das instituições sobre resíduos industriais.

Na figura 12 procurou-se reunir o que foi diagnosticado junto às instituições de ensino, pesquisa e extensão, de forma geral. Foi observado que, embora as instituições desta natureza possam agir como veículo na divulgação de tecnologias para a minimização e valorização de resíduos, através do ensino, pesquisa e extensão, existe a necessidade de uma reforma a nível de disciplinas propriamente ditas, de programas de pesquisas e atividades de extensão, a qual venha a resultar no aprimoramento do ensino, levando para o mercado aqueles profissionais necessários à efetiva utilização de tecnologias limpas pelas indústrias.

Por outro lado, diante das observações efetuadas junto aos órgãos governamentais de fiscalização, que representam o governo na tomada de decisão em gestão de resíduos, o panorama apresentado na figura 13 procura mostrar que o apego às leis e ao tradicional é uma marca expressiva. A responsabilidade de fiscalizar deve persistir mas as leis devem ser reestudadas e as relações entre as indústrias e instituições repensadas.

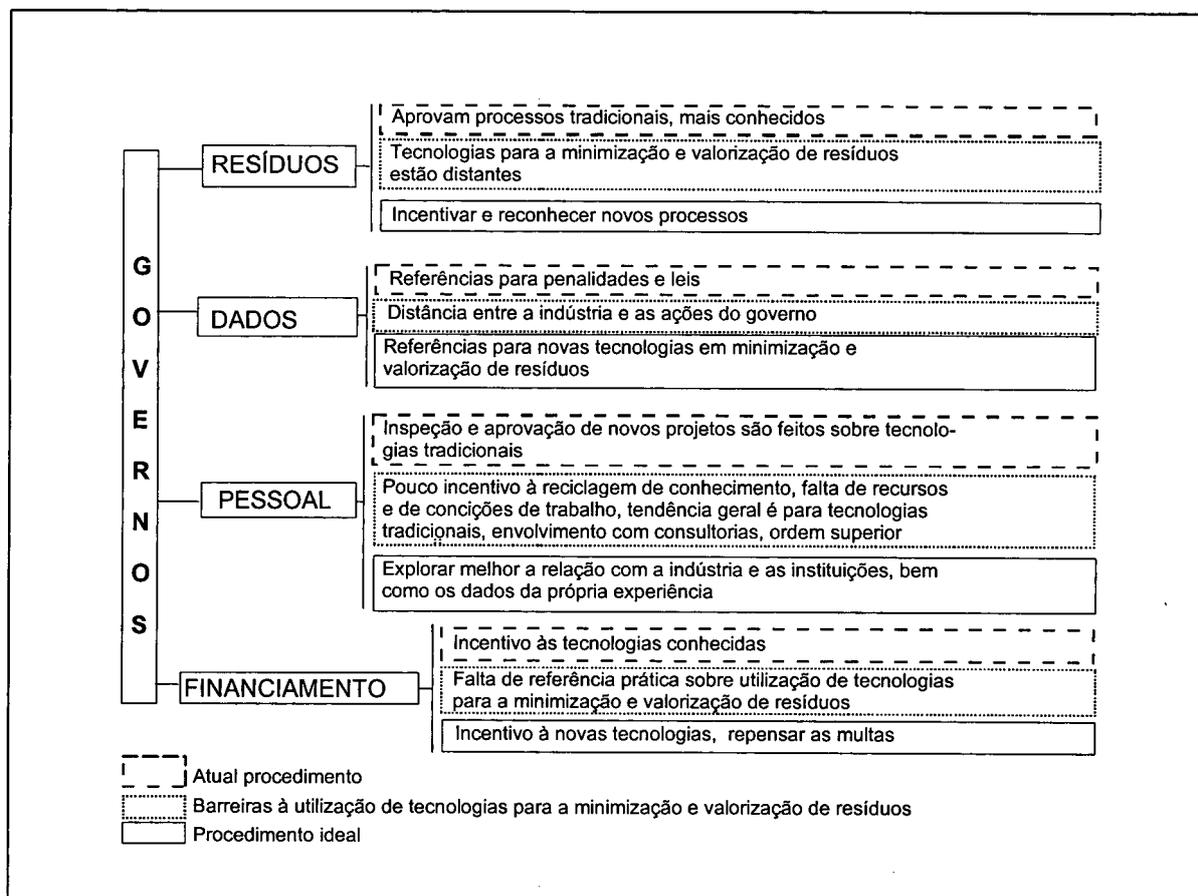


Figura 13 - Panorama geral da concepção dos governos sobre resíduos industriais.

As informações que permitiram traçar o panorama apresentado são provenientes de visitas a outros países em desenvolvimento, troca de informações com pesquisadores, enquete a 20 % das indústrias do Estado para cada setor, modelo apresentado no anexo (anexo A), e consultas aos órgãos do governo ligados ao meio ambiente.

Os questionários distribuídos entre as indústrias teve como principal objetivo investigar a "sanidade" do elo entre indústrias, universidades e governos a caminho do desenvolvimento sustentável.

O panorama será empregado como um diagnóstico no sentido de desenhar o modelo para a gestão de resíduos dos setores da indústria de alimentos estudados para o caso de Santa Catarina.

As indústrias do Estado seguem a Legislação Ambiental Básica (Estado de Santa Catarina, 1989), a qual estabelece os níveis toleráveis de poluição nos resíduos industriais (anexo C). Há uma ativa inspeção segundo esta Legislação, por parte da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, através da FATMA - Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente. Inspetores da Fundação fiscalizam a emissão de resíduos gasosos, líquidos e sólidos. Ela possui autoridade para aplicar multas e fechar indústrias e estabelecimentos que não atendam aos padrões da legislação em vigor.

3.3. ESTRUTURA GERAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS NAS INDÚSTRIAS

A importância da integração entre indústrias e outros segmentos no processo de gestão ambiental, resultando em benefícios gerais não exclui a necessidade de uma consideração individual sobre cada gerador de resíduos.

Observando as diferentes indústrias e seus procedimentos, pode-se considerar que elas apresentam entre si uma considerável divergência com relação à gestão de resíduos caracterizando-as como corporações fortes ou fracas. Considerando esta realidade o presente trabalho apresenta um modelo estrutural para os diferentes níveis atingidos pelas indústrias no que diz respeito à gestão ambiental. Também considera que os processos predominantemente adotados pelas indústrias culminam com tratamentos utilizando tecnologias tradicionais “end-of-pipe”.

Será adotada uma representação através de níveis, conforme ilustrado na figura 14, os quais podem ser classificados como:

Nível 0: corresponde à produção de resíduos pela indústria sem considerar os potenciais de composição ou carga poluidora. Há liberação de resíduos sem levar em conta os padrões da Legislação Ambiental;

Nível 1: ocorre a separação entre resíduos líquidos e sólidos, com o emprego de filtros, decantadores ou outros procedimentos;

Nível 2: considera o potencial da composição dos resíduos. Utiliza os sólidos provenientes dos níveis 1 ou 3, adicionalmente aos sólidos suspensos e solúveis no resíduo líquido do nível 1 empregando o seu potencial;

Nível 3: resíduos sólidos e líquidos dos níveis 1 e 2 são tratados por tecnologias “end-of-pipe”, tradicionais, atingindo os padrões da Legislação Ambiental.

No nível 2 está o centro do modelo devido à utilização do potencial econômico e de composição dos resíduos, reduzindo a carga orgânica e a carga poluente a ser tratada no nível 3.

Resíduos líquidos do nível 1 podem passar diretamente para o nível 3 ou serem separados no nível 2, sendo reciclados ou reprocessados.

Resíduos sólidos do nível 1 são dispostos no solo ou em aterros sanitários ou usados no nível 2.

Resíduos sólidos do tratamento de resíduos líquidos do nível 3 podem retornar para o nível 2.

Para passar no nível 2 a indústria deve estar estruturada por um eficiente monitoramento quali e quantitativo dos resíduos líquidos e sólidos, permitindo o seu emprego.

Dentro da estrutura apresentada (figura14) os níveis não significam localizações definidas, mas procedimentos adotados. Por exemplo, resíduos líquidos gerados no nível 1 não necessitam ser transportados para outros locais para utilizar o nível 3 e atingirem os padrões da Legislação Ambiental.

Observando a atual situação no Estado de Santa Catarina, quanto às indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias, a maioria das indústrias de suínos e aves são capazes de atingir o nível 3. Elas têm atingido eficiência média de 90 %, em termos de quantidade de resíduos liberados, tanto no tratamento de resíduos, quanto em medidas preventivas. Devido ao porte das indústrias destes setores, existem esforços técnicos e econômicos para a emissão de resíduos dentro dos padrões da Legislação Ambiental (Estado de Santa Catarina, 1989). Apesar do generalizado emprego dos resíduos sólidos, preenchendo a classificação nos níveis 2 e 3, muito resta a ser feito nas demais fases do processo produtivo, visando minimizar as atividades no nível 3. As indústrias que hoje atingem os níveis 2 e 3 são as mais susceptíveis à adoção de tecnologias limpas.

Quanto às indústrias de pescado, apesar da elevada eliminação de resíduos com grande potencial, a minoria passa pelo nível 2, mas procuram utilizar o nível 3 para atingir os padrões da Legislação Ambiental. A localização litorânea e o porte das indústrias, entre pequeno e médio, torna difícil atender a estas exigências. Mesmo o emprego de tecnologias tradicionais de tratamento "end-of-pipe", não constitui procedimento regular. Quanto ao emprego dos resíduos sólidos

para a produção de farinha de pescado, duas empresas no Estado contribuem para que o setor possua representante no nível 2.

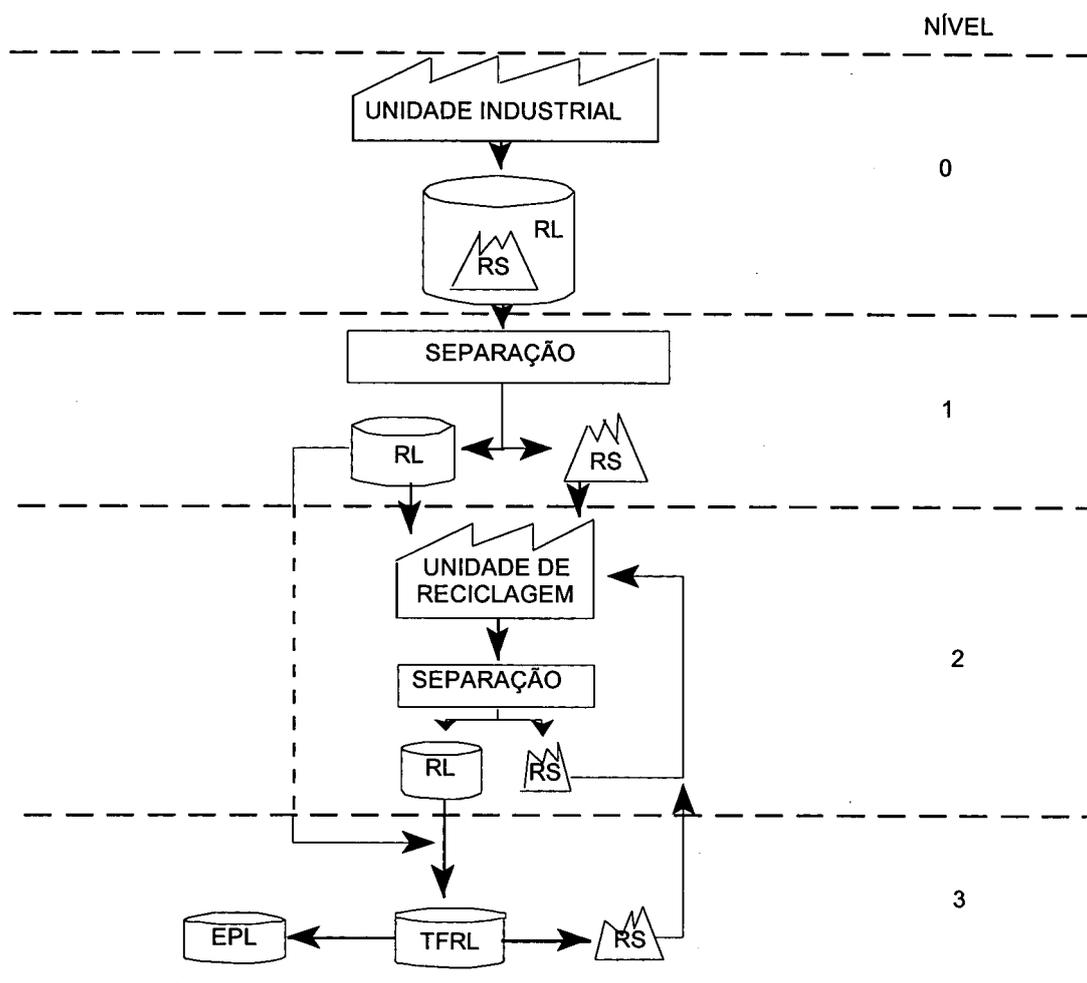
O procedimento das fecularias pouco difere das indústrias de pescado. Preenchem o nível 1 por fazerem a separação entre resíduos líquidos e sólidos, sendo comum o transporte dos sólidos para depósitos a céu aberto nas áreas rurais; de forma geral, este resíduo não atinge valor comercial. Exceto uma empresa multinacional do setor converte todo o sólido presente na matéria-prima em produto comercial, constituindo-se em importante exemplo de tecnologia limpa.

Fecularias e indústrias de pescados têm sofrido rigorosa inspeção, mas ainda não dispõem de sistemas efetivos que representem, de forma clássica, o procedimento adotado por estes setores.

Corporações empregando somente tecnologias “end-of-pipe” passam diretamente do nível 1 ao nível 3, quando não o fazem diretamente, resultando em maior volume de material a ser tratado no nível 3 e custos adicionais de tratamento.

Através do nível 2 a indústria deve possuir conceitos e procedimentos sobre tecnologias limpas, gerando novos produtos, minimizando o volume final de resíduos a serem tratados e a poluição, adicionalmente ao incremento das rendas.

Adicionalmente à estrutura apresentada para classificar a posição das indústrias quanto a gestão de resíduos, foi possível observar a distância existente entre a realidade dos setores estudados e a adoção dos conceitos e procedimentos de tecnologias limpas. Parece-nos que a implantação de tecnologias limpas é inatingível. Dentro do conceito de tecnologias “end-of-pipe”, as empresas pagam por um projeto e operam-no enquanto em tecnologia limpa existe a necessidade de um amplo envolvimento de vários segmentos no processo, adicionalmente ao conhecimento sobre processamento, matérias-primas, produtos e resíduos. Ação integrada é uma forte e desafiante característica em tecnologia limpa.



RL – Resíduo líquido

RS – Resíduo sólido

TFRL – Tratamento final do resíduo líquido

EPL – Efluente nos padrões da Legislação Ambiental

Figura 14 - Estrutura em níveis da gestão de resíduos na indústria.

Devido à importância da integração, parcerias são benéficas porque os mesmos problemas podem ser encontrados por outras companhias. Em conjunto, somando idéias e sugestões, o problema poderá ser resolvido da forma setorial em benefício do ambiente global.

CAPÍTULO 4

O MODELO MATEMÁTICO

4.1. FORMULAÇÃO CONCEITUAL

4.1.1. A tomada de Decisão em Gestão de Resíduos - Método da Seleção Prévia Entre Sistemas

O conhecimento internacionalmente acumulado sobre valorização de matérias-primas e os sistemas de gestão de resíduos deveriam ter como principal finalidade a melhoria da qualidade ambiental. Porém, existe uma generalizada opinião entre os pesquisadores ambientais de que há um escasso conhecimento sistemático sobre a contribuição quali e quantitativa da recuperação e redução de resíduos sobre a poluição. Este fato parece expressar a falta de integração entre os tomadores de decisão e as pesquisas realizadas, crescentes nas duas últimas décadas, de forma multidisciplinar.

Por outro lado, poucos trabalhos têm sido feitos, analisando o processamento de resíduos como uma oportunidade de negócio, realizando uma análise de "Filière", seguindo o procedimento (Kopittke) indicado para a análise de investimentos convencionais. Talvez a ausência de exemplos práticos, que tenham atingido resultados positivos, venha desencorajando aos investigadores.

A existência de inúmeras opções associadas à global necessidade de decisões sobre minimização de resíduos (Ceric e Hlupic, 1993), nos parece um problema a ser resolvido de forma setorial, contribuindo para o todo através do conhecimento dos setores envolvidos. Este pensamento tem conduzido muitos estudos no sentido de sugerir a formação de unidades centralizadas (Ellis *et alii*, 1991) e/ ou parques ecológicos (Coté e Hall, 1995). Estes procedimentos poderão ser aplicáveis aos países desenvolvidos, mas estão distantes da realidade dos países em desenvolvimento.

O presente trabalho está considerando o setor industrial propriamente dito, o conhecimento dos processos envolvidos e o conhecimento da composição dos resíduos gerados. O primeiro tem por finalidade proceder mudanças a nível de processamento objetivando a redução de resíduos e o segundo constitui-se em importante instrumento para a tomada de decisão em gestão de resíduos. Resíduos líquidos e sólidos devem ser conhecidos quali e quantitativamente visando sua valorização.

A estrutura do sistema para a valorização de matérias-primas e resíduos é completada por um profundo estudo sobre custos, impacto ambiental e a realidade do setor na região específica, propondo o que é indicado para a indústria dentro da sua situação regional, o que caracteriza o trabalho como multidisciplinar.

Conhecidos, quali e quantitativamente, os resíduos líquidos e sólidos de cada setor constituem-se em matérias-primas a serem consideradas em novos projetos. Dessa forma, os processos propostos para cada setor, são avaliados individualmente quanto aos fatores de escala, de custos e ambientais. Segundo a natureza dos resíduos, diversos procedimentos poderão ser estudados e comparados.

O método foi denominado Método da Seleção Prévia (pré-screening) devido à necessidade da etapa de seleção entre os diversos processos propostos, quanto ao benefício econômico e ambiental, para posterior avaliação da minimização geral de custos no processamento dos resíduos segundo a localização da planta.

Uma volumosa base de dados constitui-se em ferramenta indispensável para este procedimento. Inicia-se pela caracterização dos resíduos e um inventário de sistemas de tratamento. Cada sistema é analisado quanto ao benefício econômico por tonelada de resíduo processado. Para selecionar o sistema mais econômico, valores sobre benefício econômico e quantidade de resíduo são plotados, para cada sistema, e o melhor é escolhido. Este procedimento permite uma redução de sistemas a serem comparados no momento da decisão.

O presente trabalho passa a apresentação de sugestões para o sistema de processamento de resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias, segundo as características de cada setor no Estado de Santa Catarina.

Dentre os sistemas comparados encontram-se sistemas dos níveis 1 a 3 quanto ao tratamento de resíduos, devido à realidade dos setores estudados no presente trabalho. Os sistemas apresentados constituem algumas combinações de processos para resíduos líquidos e sólidos. Eles foram selecionados dentre outras inúmeras alternativas incluindo tecnologias mais sofisticadas e patentes de processos.

As informações usadas para a apresentação dos sistemas para cada setor estudado provêm de visitas às indústrias e do conjunto de experiências e patentes publicadas sobre valorização de resíduos (Amante, 1994; Cross e Overby, 1988; Galvão e Beraquet, 1993; Hong *et alii*, 1991; Kijowski, 1995; Martin e Lemasle, 1985; Shahidi, 1995;).

4.1.1.1. Sistemas para o Processamento de Resíduos das Indústrias de Aves e Suínos

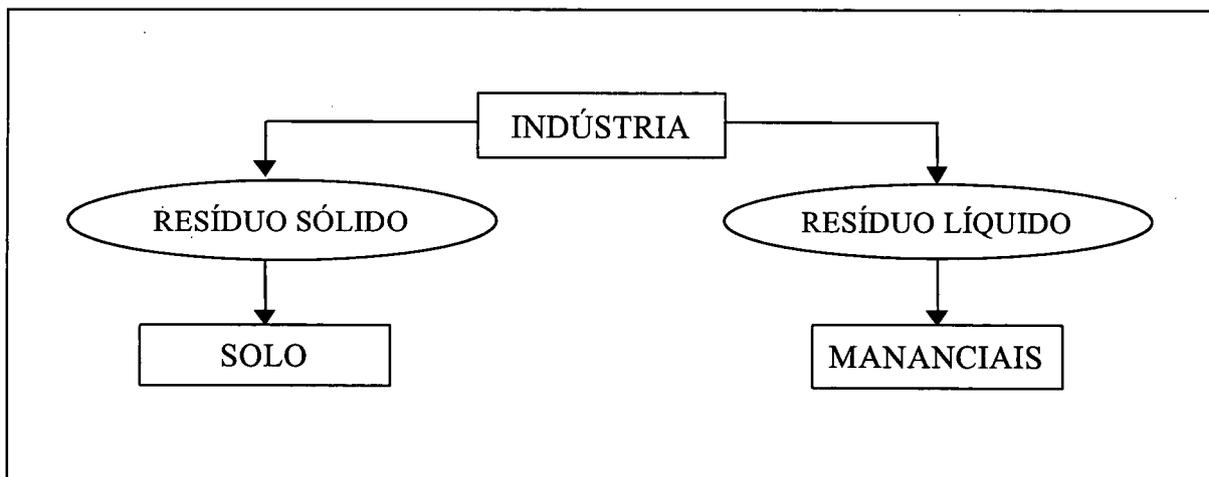
Resíduos líquidos e sólidos das indústrias de suínos e aves serão considerados similares quanto às características de composição. Considerando sua composição lipídica protéica, usando várias contribuições de pesquisas distribuídas por todo o mundo sobre valorização de resíduos (Hong *et alii*, 1991; Kijowski, 1995; Kondaiah e Panda, 1992), está sendo proposta uma avaliação econômico ambiental sobre a utilização de resíduos das indústrias de suínos e aves para a produção de concentrado protéico, hidrolisado protéico e usos

farmacêuticos para o sangue, adicionalmente à tradicional produção de farinha de carne.

Destaca-se que o presente trabalho não inclui sistemas para a fase de criação de suínos e aves, ou seja, o trabalho está considerando os resíduos gerados a partir da recepção nos abatedouros. A justificativa para esta desconsideração quanto aos dejetos, deve-se à ausência de pesquisas que efetivamente concorram para a solução dos problemas, dentro da realidade do País, minimizando resíduos, gerando divisas e que possam ser aqui incluídos.

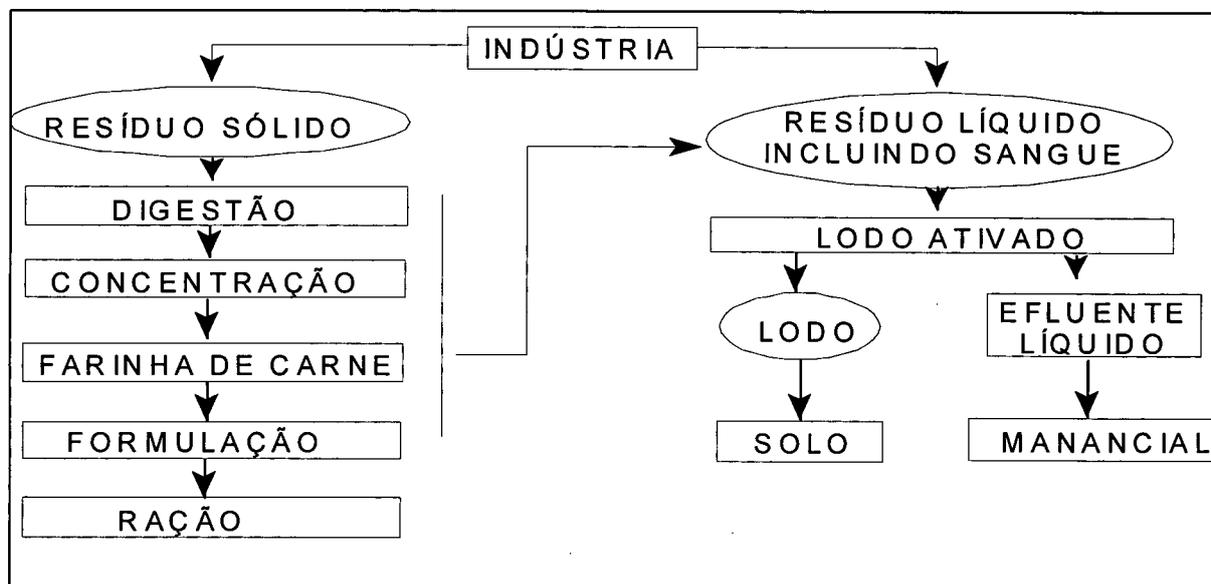
Sistemas para o processamento de resíduos das indústrias de suínos e aves (figura 15), passando pelos níveis 1 a 3 (figura 14), serão apresentados para posterior comparação econômica e ambiental.

Sistema 1 - Resíduos sólidos e líquidos, não tratados, são liberados ao solo e mananciais. Este sistema inclui o custo de transporte dos resíduos, incluindo pessoal, e não considera os padrões da Legislação Ambiental.



O procedimento denominado sistema 1, tende a inexistir junto aos vários setores industriais. Porém, está sendo aqui colocado como o extremo negativo entre os sistemas. Poderá ocorrer em caso de acidente, por imprudência, ou quando o resíduo eliminado obedece ao prescrito pela Legislação Ambiental. Quando os resíduos apresentarem parâmetros de controle ambiental com valores acima dos estabelecidos por Lei, a unidade não deve operar. Embora este sistema tenha sido comum ainda há menos de duas décadas passadas, hoje a intensa fiscalização inviabiliza este procedimento.

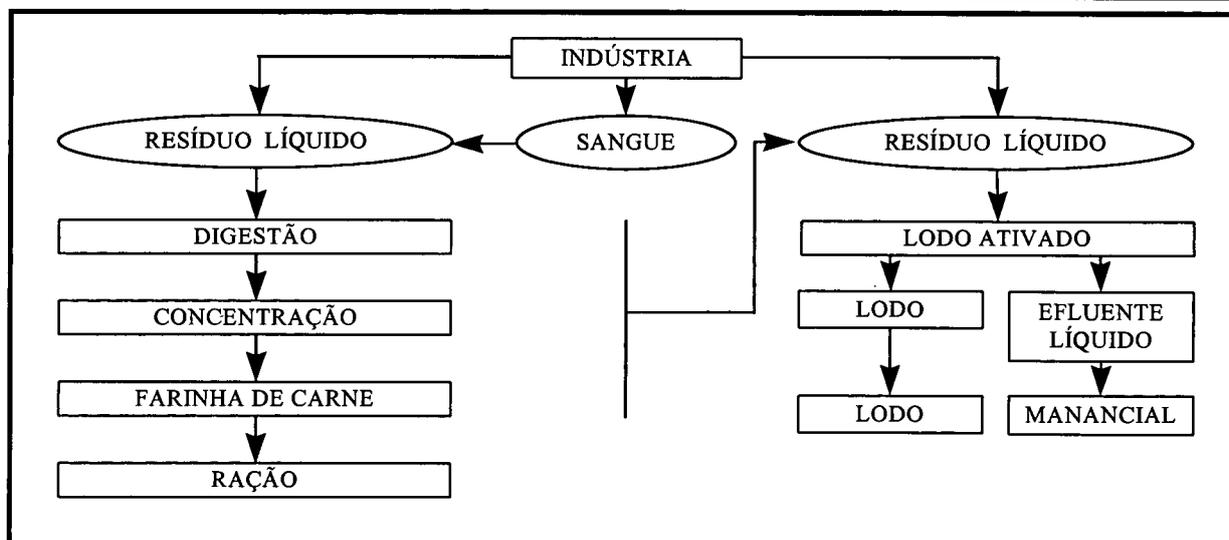
Sistema 2 - Produção de farinha de carne e ração são aplicações tradicionais mundialmente utilizadas para os resíduos sólidos das indústrias de aves e suínos. Líquidos seguem para o tratamento por lodo ativado até atingir os padrões da Legislação Ambiental (LA). Estão incluídos custos com transporte e de operação das plantas de farinha de carne, ração e lodo ativado. Benefício econômico é esperado a partir da aplicação dos resíduos sólidos.



O sistema 2 reúne o procedimento mais utilizado pelas indústrias de aves e suínos. Algumas indústrias usam fazer uma floculação química antes do tratamento biológico, mas passando ou não por esta etapa o lodo é ainda tradicionalmente liberado para aterros sanitários ou no solo das áreas rurais. Os efluentes da produção de farinha de carne, com elevada carga orgânica, são somados aos demais. As indústrias costumam chamar a unidade de produção de farinha de carne de unidade de resíduos ou de subprodutos, onde os resíduos sólidos, das penas às aves descartadas, são utilizados.

Quando bem operado, este sistema chega a atingir os parâmetros exigidos pela Legislação Ambiental. Porém, baixas temperaturas, no inverno, reduzem a eficiência do sistema biológico, ficando difícil a taxa de digestão atingida nas estações mais quentes. Este limitante é especialmente sentido no Estado de Santa Catarina, o que associado aos outros fatores, também justifica estudos no sentido da redução da carga orgânica no resíduo líquido.

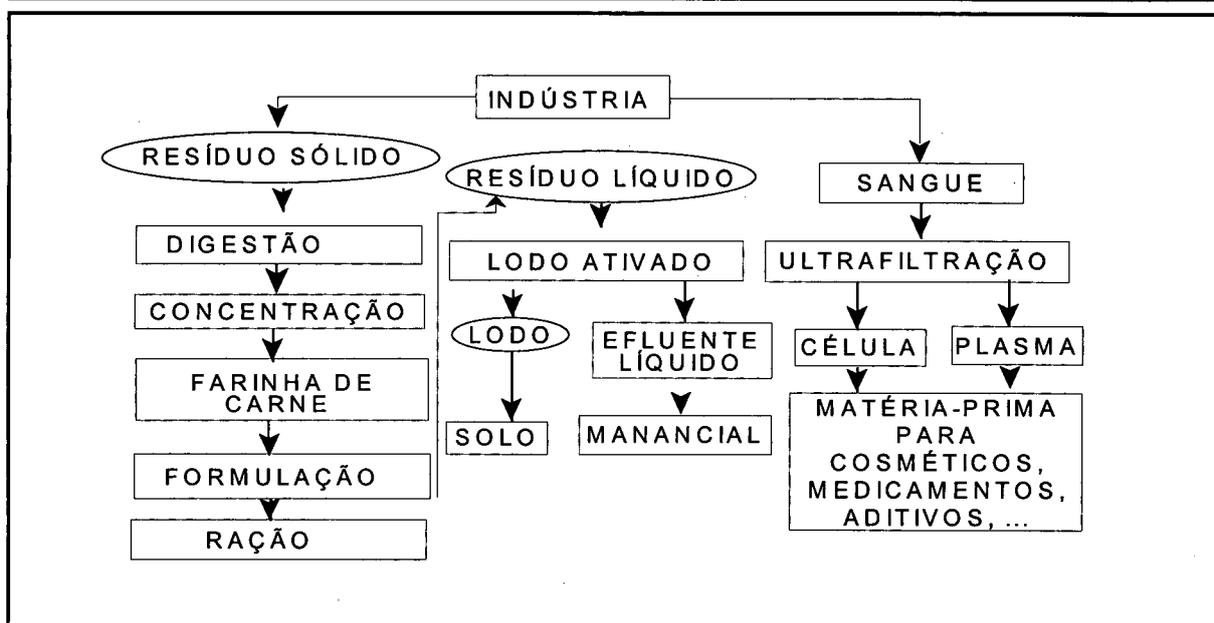
Sistema 3 - O sangue é reunido ao resíduo sólido na produção de farinha de carne e ração. Resíduo líquido com menor carga orgânica é tratado por lodo ativado, atingindo os padrões da LA. Há custos com transporte de resíduos, operação das unidades de farinha de carne, ração e lodo ativado. Aumento da produção de farinha de carne e ração é esperado pela adição do sangue, resultando em aumento do benefício econômico neste sistema.



Embora a utilização do sangue na farinha de carne seja um procedimento tanto comum quanto simples, é uma medida que muitas empresas ainda não adotam. O procedimento exposto no sistema 3 facilita a fase do tratamento biológico, pois reduz a carga orgânica no resíduo líquido. Adicionalmente, contribui para o incremento na produção de ração.

A simplicidade do procedimento não retira a responsabilidade com a qualidade da farinha de carne. Ao se decidir incluir o sangue, ocorrerão benefícios quanto à qualidade nutricional da farinha. Por outro lado, a rica composição do sangue exige cuidados adicionais, para que venha a contribuir e não comprometer. O primeiro fator está na presença de ferro na composição do sangue. Metais são importantes agentes que contribuem para a rancificação de gorduras. Este fato justifica reduzir o tempo de contato entre o sangue e outros resíduos gordurosos antes da etapa de digestão. O outro fator está no valor nutricional do sangue para os microrganismos, o que mais uma vez, justifica reduzir o tempo entre a eliminação do sangue no processo e a sua utilização na produção de farinha de carne. O terceiro aspecto está na própria mudança na composição da farinha, a ser considerada na formulação da ração.

Sistema 4 - O sangue é separado em células e plasma por ultrafiltração, resultando em matérias-primas para a indústria de cosméticos, medicamentos, aditivos e outras. O resíduo sólido é empregado na produção de farinha de carne e ração. O resíduo líquido é tratado por lodo ativado até os padrões da LA. A principal diferença entre este sistema e o sistema 3 está na aplicação do sangue como matéria-prima para produtos de maior valor agregado, o que resulta em benefício econômico com o sistema, mantendo o benefício ambiental citado no sistema 3.

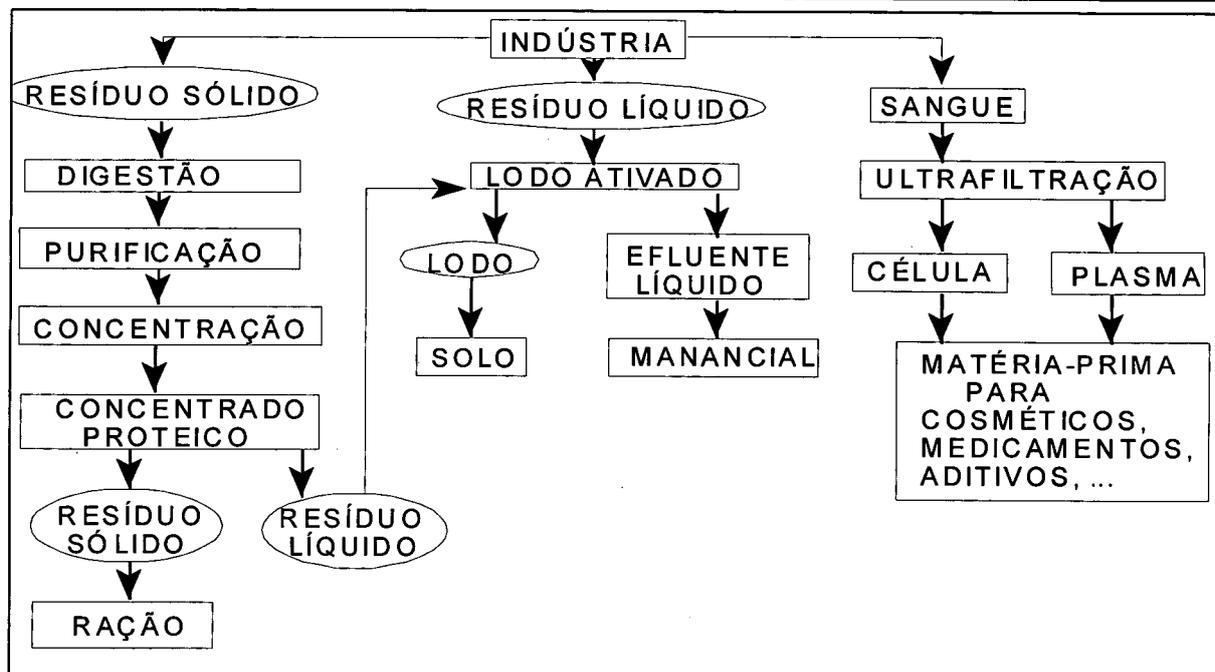


O procedimento do sistema 4 sugere uma aplicação adicional para o sangue separado no processo. Enquanto o que foi apresentado no sistema 3 é rotina para muitas indústrias, o sistema 4, que valoriza o sangue como matéria-prima para outros setores industriais, é utilizado pela minoria delas, segundo o que foi constatado em visitas realizadas. O efeito sobre a redução da carga orgânica não difere do sugerido no sistema 3, porém o destino dado às frações separadas do sangue, devido ao valor agregado dos produtos, se oferece como grande atratividade econômica para a empresa.

O pequeno número de indústrias, a nível internacional, que faz uso desse procedimento, dá a idéia de que o processo apresenta dificuldades de difícil solução. No entanto, técnicas, técnicos e equipamentos estão disponíveis para a adequação e utilização.

Outro aspecto está no próprio potencial das células, como denominamos, e o plasma. Embora a sua aplicação seja uma realidade, muito deve ser estudado e desenvolvido neste sentido.

Sistema 5 - O resíduo sólido é empregado na produção de concentrado protéico (CP) e ração. O sangue é separado em célula e plasma por ultrafiltração, seguindo os mesmos propósitos do sistema 4. Ambas as aplicações resultam em benefício econômico e ambiental.



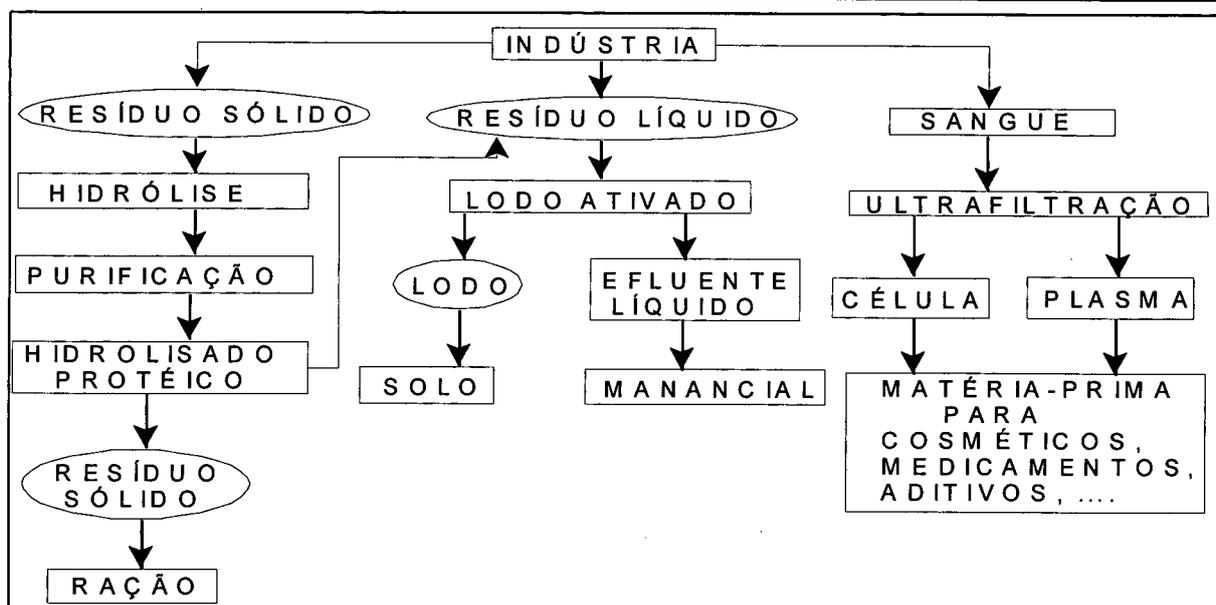
No sentido de envolver as opções para incrementar a atratividade econômica dos processos que utilizam resíduos como matérias-primas, a produção de hidrolisado protéico é sugerida no sistema 5.

A vantagem com relação aos procedimentos 2, 3 e 4 está na aplicação do hidrolisado para a indústria de alimentos e farmacêutica, como suplemento aminoacídico para humanos. As observações sobre o uso do sangue e quanto ao benefício ambiental são similares ao anteriormente apresentado.

O procedimento é sugerido, mas ainda não faz parte da realidade nos setores de aves e suínos, a nível internacional. Estudos devem ser encaminhados neste sentido.

A justificativa para a sugestão deste sistema está na produção de hidrolisados protéicos a partir de resíduos da indústria de pescados. Por que não examinar a possibilidade de produção a partir de resíduos das indústrias de suínos e aves? Embora a natureza diferenciada entre as fibras do músculo de pescados e das carnes de aves e suínos, além dos outros tecidos que em muito diferenciam-se dos tecidos de pescados, estudos são indicados.

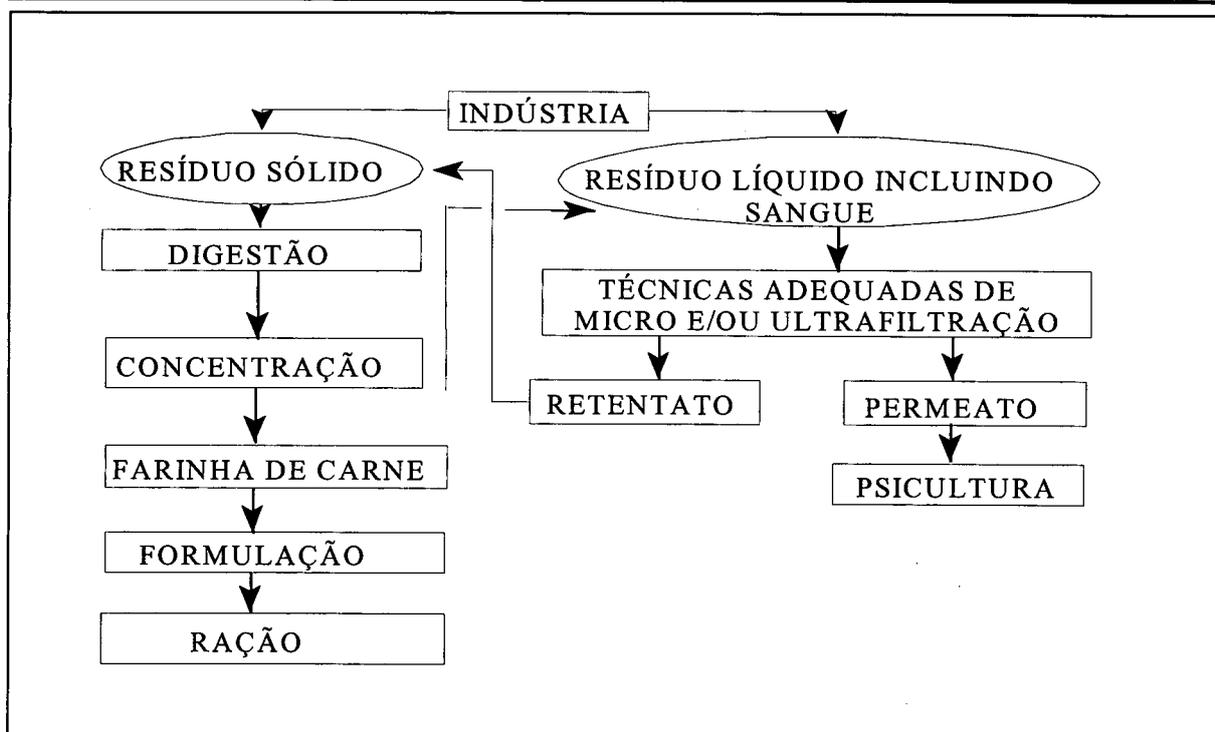
Sistema 6 - O resíduo sólido é empregado na produção de hidrolisado protéico (HP) e o sangue é separado em célula e plasma para a indústria de cosméticos, medicamentos, aditivos e outras. A produção de matérias-primas de alto valor agregada, adicionalmente à produção de farinha de carne e ração, contribuem para o benefício econômico neste sistema. Com a ampla utilização do potencial dos resíduos, benefício ambiental é também esperado.



A principal diferença entre o sistema 5 e o sistema 6 está na opção do emprego do resíduo sólido para a produção de concentrado protéico, suplemento alimentar para humanos. Inclusive quanto à popularidade do sistema, ele é similar ao 5, pois não corresponde a procedimento de rotina dentre as indústrias dos setores. A sugestão provém da aplicação de resíduos sólidos da indústria de pescados para a produção de concentrados protéicos de peixe.

Estudos fazem-se necessários, especialmente, considerando a natureza da matéria-prima e das proteínas a concentrar.

Sistema 7 - Produz farinha de carne e ração a partir dos resíduos sólidos, segundo os procedimentos tradicionais e separa os sólidos suspensos e solúveis do resíduo líquido através de técnicas de ultra e microfiltração, empregando o potencial dos sólidos retidos para ração. Esta grande redução na carga orgânica do resíduo líquido, permite o emprego da água para piscicultura. É esperada uma expressiva redução nos parâmetros que expressam a carga poluidora, adicionalmente ao benefício econômico da produção de farinha de carne, ração e pescados.

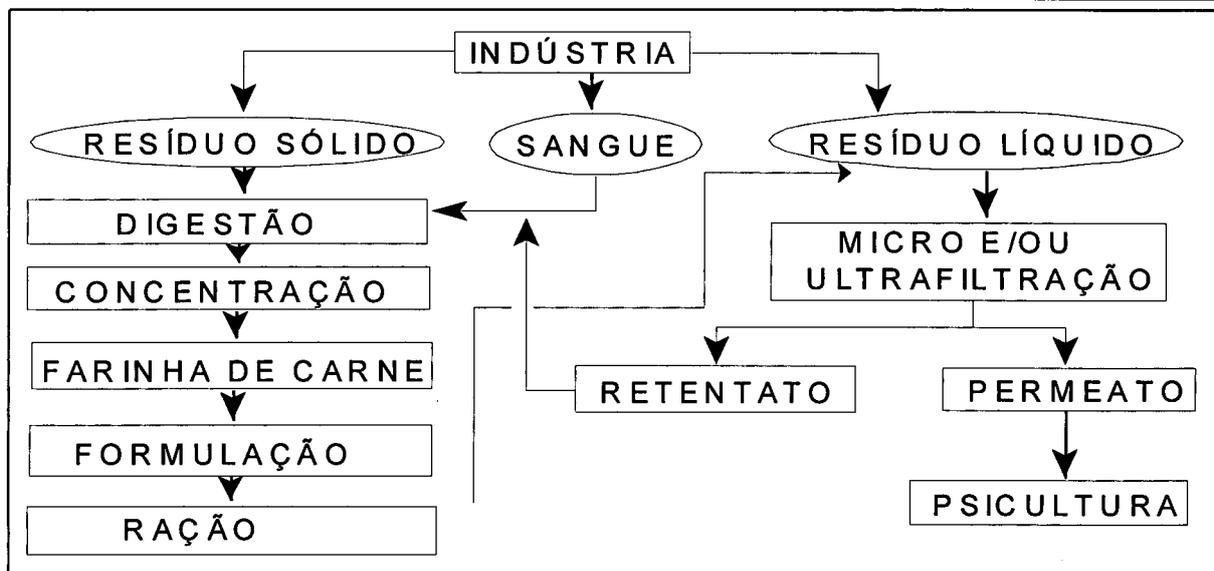


O sistema 7 corresponde a uma melhoria do sistema 2, concorrendo para a eliminação da etapa de tratamento de resíduos líquidos. Neste sentido, todo o resíduo líquido, incluindo o sangue, é explorado quanto ao seu potencial, com o uso de ultra e/ou microfiltração, procura maximizar a retenção da matéria orgânica e utilizá-la na produção de farinha de carne.

Como consequência da retenção de sólidos, a carga orgânica do permeato, efluente, é apreciavelmente reduzida (Franzen *et alii*, 1995), sugerindo-se o seu emprego para a cultura de pescado. Embora a atratividade econômica esperada seja aquém da dos sistemas 5 e 6, sob o ponto de vista ambiental, comparados aos sistemas anteriores, é o melhor.

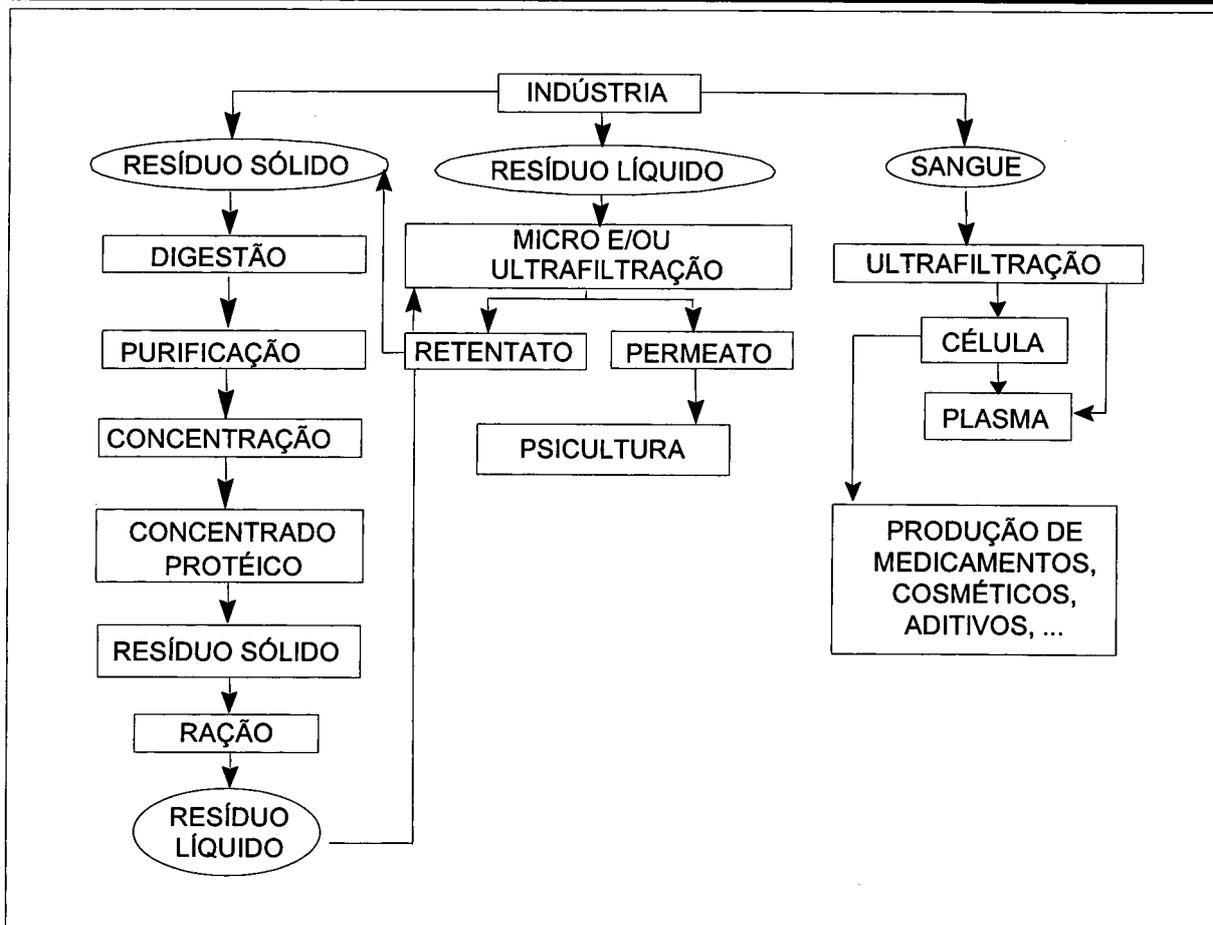
O sistema, embora simples, pela disponibilidade de empresas a nível internacional, fornecedoras de equipamentos, é de pouca popularidade. Existe a necessidade de estudos para a implantação, adequação e adaptação ao sistema.

Sistema 8 - Sangue, resíduo sólido e retentato da micro e/ou ultrafiltração dos resíduos líquidos são usados para farinha de pescados e ração. Permeato é empregado para piscicultura. Comparado ao sistema 7, uma menor carga orgânica no resíduo líquido é esperada, adicionalmente aos ganhos na qualidade e quantidade de ração produzida. Benefício econômico é esperado pela produção de ração e pescado.

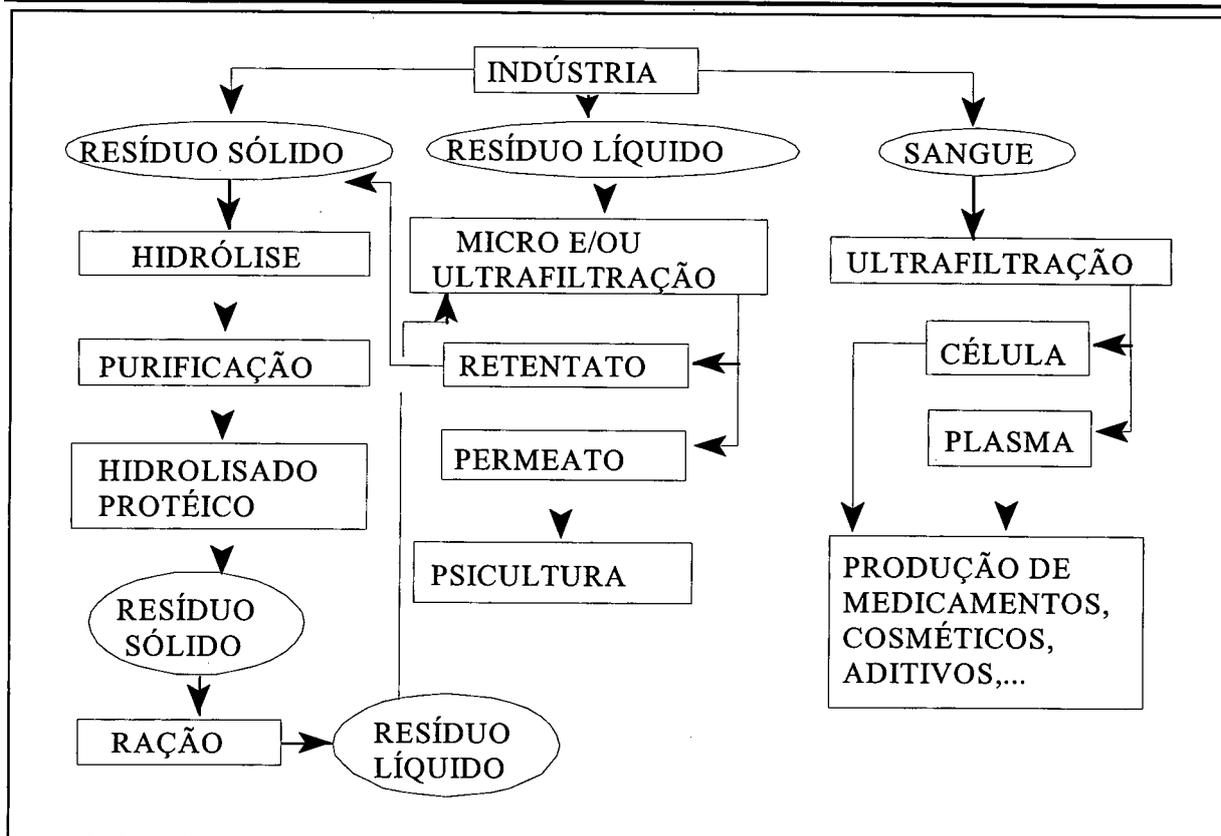


O sistema 8, é uma variante do sistema 7, objetivando reduzir a carga do material a ser filtrado, facilitando as operações.

Sistema 9 - Resíduo sólido é empregado para a produção de concentrado protéico (CP), sangue é separado por ultrafiltração em célula e plasma para a produção de cosméticos, medicamentos, aditivos e outros. Todo o resíduo líquido é micro e/ou ultrafiltrado, retentato é empregado para ração e permeato para piscicultura. CP e produtos a partir do sangue têm alto valor agregado, resultando em incremento no benefício econômico, adicionalmente à produção de ração e pescados. Este sistema deve atingir, igualmente, expressiva redução da carga orgânica.



Sistema 10 - É similar ao sistema 9, exceto pela produção de hidrolisado protéico. Alto benefício econômico e expressiva redução da carga poluidora são esperados.



A figura 15 reúne as informações sobre operações envolvidas, propósitos dos sistemas, benefício econômico, ambiental e investimento envolvido estimado, para os sistemas apresentados.

Uma vez que alguns dos sistemas não são empregados rotineiramente pelas indústrias, os dados foram simulados das publicações, e das pesquisas existentes.

Figura 15 - SisPtemas para o processamento de resíduos das indústria

Sistema	resíduo	resíduo	sangue	resíduo	resíduo	resíduo	operações envolvidas							disposição sem tratamento	farinha de carne	me	
	sólido original	líquido original		líquido original mais sangue	sólido final	líquido final efluente	lodo ativado	concentração	digestão	formulação	hidrólise	purificação	micro e/ou ultrafiltração				ração
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

Imbologia:

Fluxo do processo: 

Benefício econômico:

Baixo: L; benefício econômico \leq custo do tratamento convencional de resíduos
 Alto: H; benefício econômico $> 5 \times$ custo do tratamento convencional de resíduos

Benefício ambiental:

Baixo: L; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos em até 60%
 Médio: M; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos em até 80%
 Alto: H; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos acima de 90%

Invest

Baixo

Médio

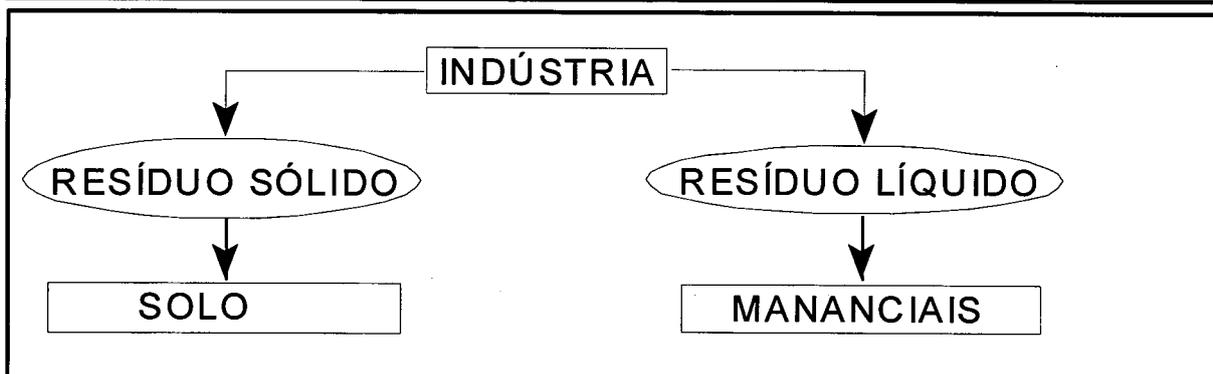
Alto

4.1.1.2 Sistemas para o Processamento de Resíduos das Indústrias de Pescados

Os resíduos sólidos e líquidos das indústrias de pescados têm características lipídio protéicas, o que contribui para o incremento na carga orgânica destes, alterando especialmente, pH, DBO, DQO e sólidos totais. Por outro lado, este potencial composicional pode ser empregado para a produção de farinha de pescado e óleo, ração, produtos aglomerados tais como surimi, concentrado protéico, hidrolisado protéico e outros produtos de alto valor agregado.

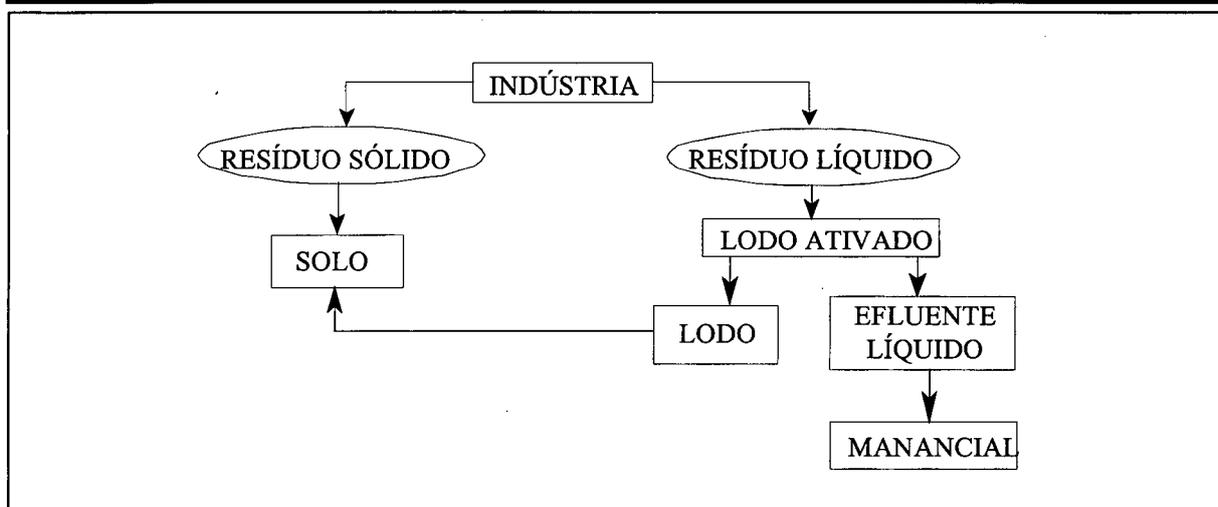
Escamas, peles, músculos, gordura, vísceras e outros tecidos, constituem os principais componentes dos resíduos das indústrias de pescados. Segundo sua natureza e de acordo com a realidade do Estado de Santa Catarina, serão apresentados onze sistemas para serem comparados quanto aos benefícios econômicos e ambientais (figura 16).

Sistema 1 - A indústria pode dispor os resíduos líquidos e sólidos nos mananciais e no solo, incluindo aterros sanitários. Não considera a Legislação Ambiental em vigor.



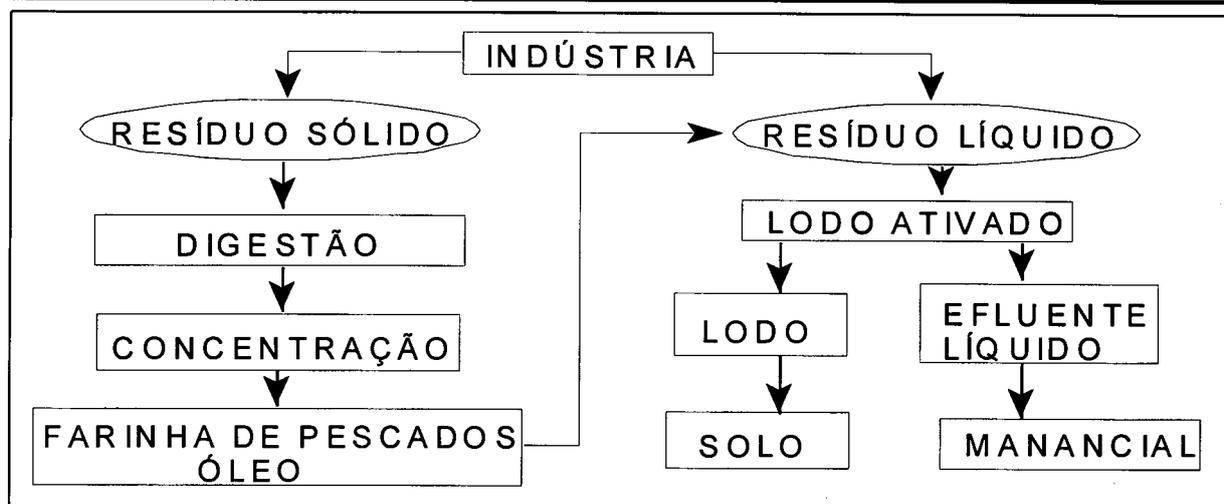
Este sistema tem o mesmo objetivo exposto no caso de aves e suínos. Ele é descrito como o extremo negativo dentre os sistemas apresentados ou, por outro lado, corresponde à eliminação de resíduos que não necessitam de tratamentos.

Sistema 2 - Os resíduos sólidos são dispostos sem tratamento e os resíduos líquidos são tratados por lodo ativado. Esta é a forma mais tradicional e convencional para o processamento de resíduos no setor. Os efluentes atingem os padrões da LA, seguem para os mananciais e o lodo para aterros sanitários ou outras áreas. O custo de transporte e operação da unidade de lodo ativado são considerados. Não há fonte de benefício econômico, mas ocorre redução na carga orgânica, resultando em benefício ambiental.



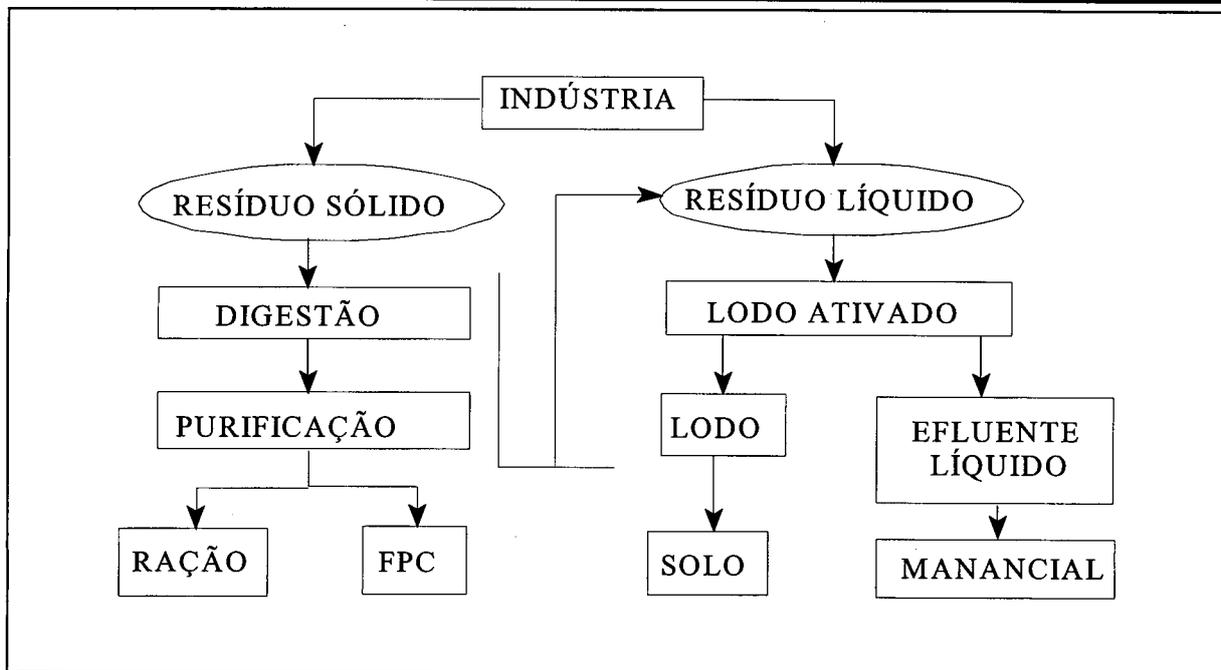
O sistema se caracteriza por utilizar apenas os procedimentos de tratamento de resíduos, "end-of-pipe", sem considerar o potencial dos resíduos como matérias-primas. Técnica 100 % corretiva.

Sistema 3 - A produção de farinha e de óleo de pescados são muito populares internacionalmente (International Association Of Fish Meal Manufacturers). No sistema, todo o resíduo líquido é tratado por lodo ativado, água segue para os mananciais e o lodo para o solo, incluindo aterro sanitário. A farinha de pescado tem importante valor comercial como ingrediente protéico para a produção de ração e o óleo para propósitos químicos e farmacêuticos. Benefícios econômico e ambiental são esperados.



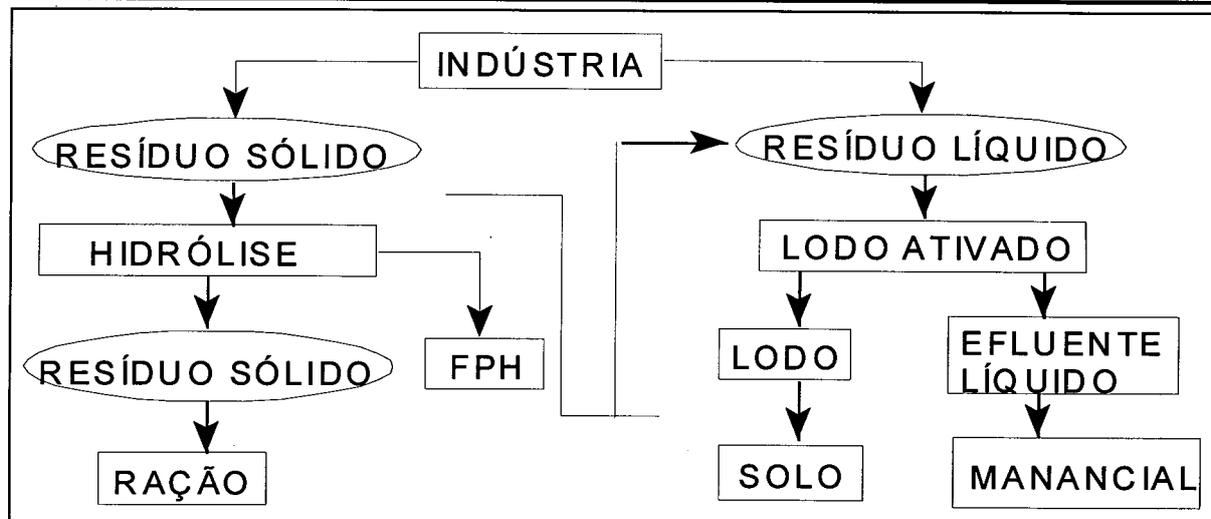
Dentre os procedimentos que podem utilizar o potencial das matérias-primas, o exposto no sistema 03 corresponde ao mais tradicionalmente empregados. Porém, não corresponde à rotina para a maioria das indústrias de pescado no Estado de Santa Catarina. Duas empresas de grande porte adotam esta prática, porém, ajustes são necessários quanto à qualidade do produto. A natureza do resíduo não admite esperas excessivas entre a sua geração e a digestão propriamente dita, concorrendo para a eliminação de odores indesejáveis durante a produção da farinha de pescados, adicionalmente ao comprometimento da qualidade. A adoção deste procedimento não se generaliza no Estado de Santa Catarina e a maioria das empresas continuam utilizando o procedimento exposto no sistema 2.

Sistema 4 - O concentrado protéico de peixe (FPC) tem alto valor nutricional como ingrediente protéico na produção alimentos. Os resíduos sólidos da produção do FPC podem ser empregados na produção de ração animal. Os resíduos líquidos podem ser tratados por lodo ativado até atingir os padrões da LA. Adicional benefício econômico é esperado devido ao elevado valor agregado do FPC e produção de ração.



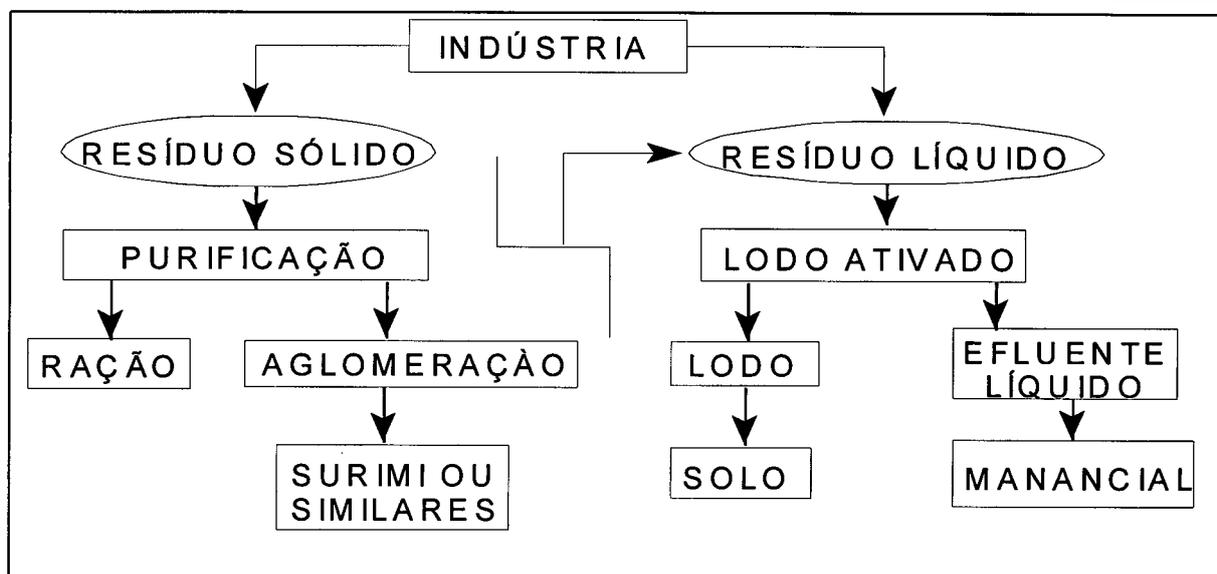
O sistema se caracteriza por gerar dois produtos, o concentrado proteico de peixe e ração, produtos para a alimentação humana e animal, respectivamente. Embora o investimento para a implantação do sistema seja médio e a tecnologia acessível, o procedimento não corresponde à rotina no Brasil, e não existe similar instalado no Estado de Santa Catarina. Os resíduos da produção do FPC e de ração são tratados pelos processos convencionais de tratamento de resíduos.

Sistema 5 - O hidrolisado protéico de pescados (FPH) pode ser produzido a partir dos resíduos sólidos. Sua ampla aplicação na indústria química, cosmética, farmacêutica e outras resulta em benefício econômico. A produção de ração a partir dos resíduos sólidos da produção do FPH e o tratamento do resíduo líquido por lodo ativado assegura a emissão de efluentes segundo os padrões da LA.



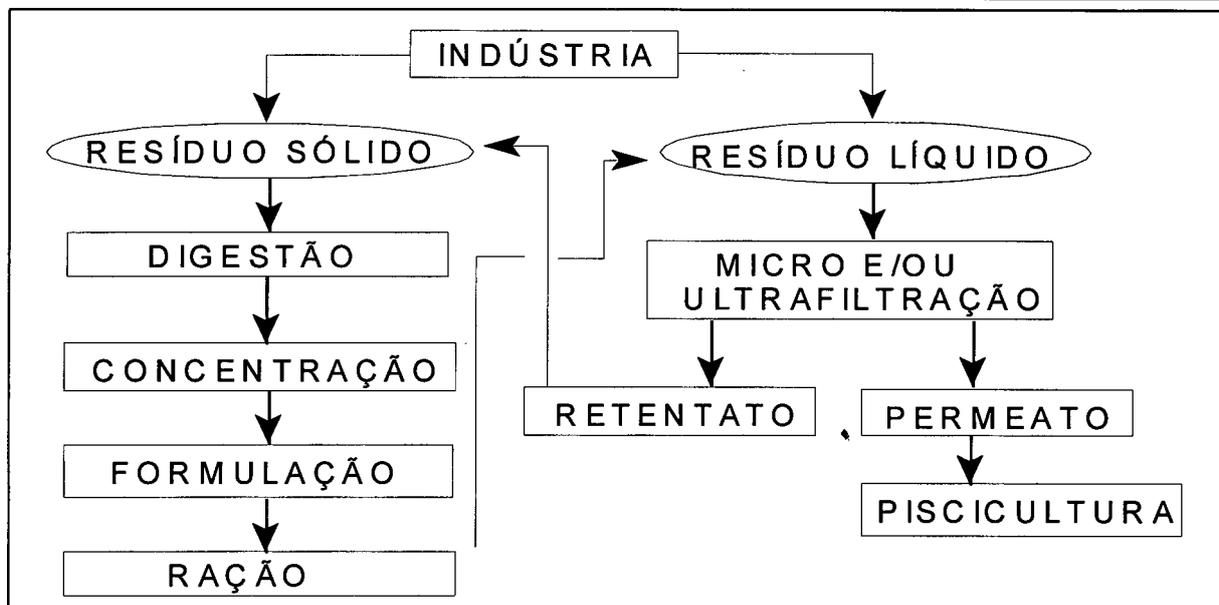
Similarmente ao sistema 4, este explora o potencial dos resíduos para a geração de dois produtos. O hidrolisado proteico de peixe pode ter ampla aplicação, desde a produção de molhos, tradicionalmente empregados no mundo oriental, até a produção de cosméticos. O espectro de utilização está no próprio procedimento adotado. Existe uma grande diferença na produção de FPH para a produção de molhos, suplemento nutricional ou aditivo para shampoo. O procedimento não corresponde à rotina no Brasil, mesmo no Ocidente e não existe similar no Estado de Santa Catarina.

Sistema 6 - Surimi e outros produtos similares de pescado aglomerado são comuns nos países asiáticos. Adicionalmente às propriedades funcionais, a possibilidade de produção a partir de pescado de baixo valor agregado e de resíduos da indústria de pescados tem se tornado internacionalmente popular este tipo de alimento. A produção de surimi e de ração a partir dos resíduos resulta em benefício econômico e ambiental.



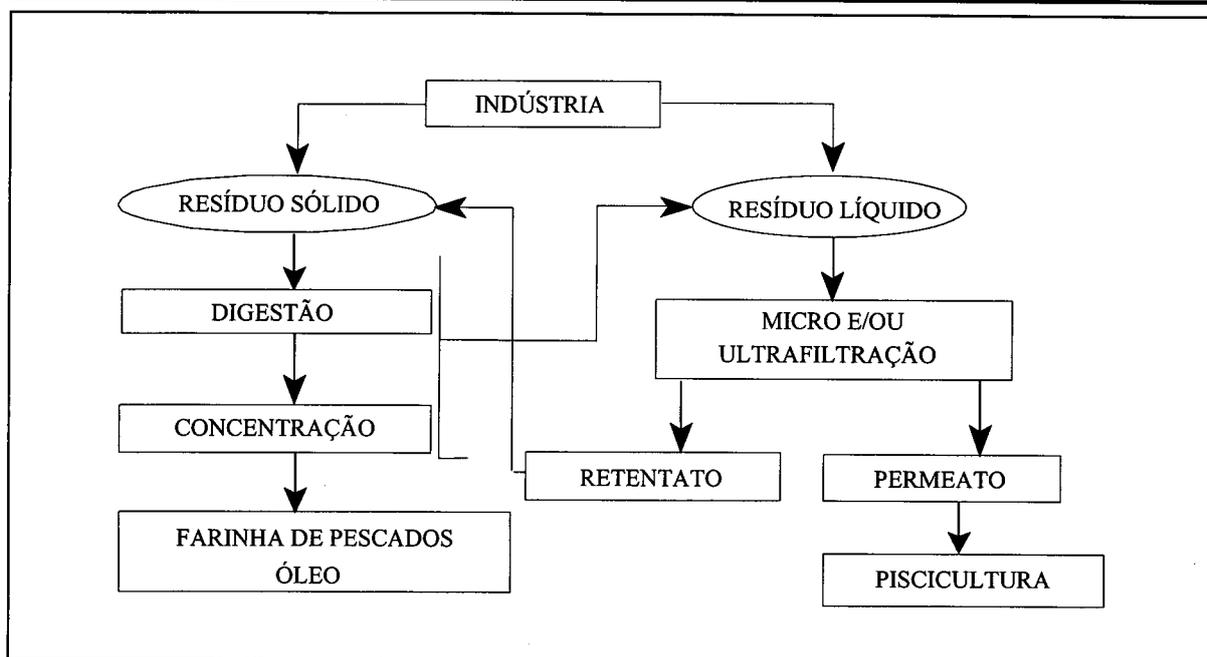
Os produtos aglomerados de pescados correspondem a pastas protéicas, moldáveis para a confecção de alimentos. Eles podem assumir a forma de camarão ou qualquer outro fruto do mar, devidamente trabalhado. Adicionalmente à possibilidade de ser produzido a partir de resíduos, se oferece como uma alternativa de alto valor nutricional para a alimentação de humanos. Apesar da acessível tecnologia e baixo investimento, o procedimento não corresponde à rotina no Brasil e não há similar a nível industrial no Estado de Santa Catarina. Estudos a nível de planta piloto têm levado à produção de aglomerados no Laboratório de Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFSC.

Sistema 7 - O tratamento do resíduo líquido pode ser melhorado por técnicas de micro e/ou ultrafiltração, paralelo ao emprego do potencial dos retentatos para ração e dos permeatos para piscicultura. Este sistema considera custo para o transporte dos resíduos, processos de filtração e produção de ração. Benefício econômico e ambiental são esperados.



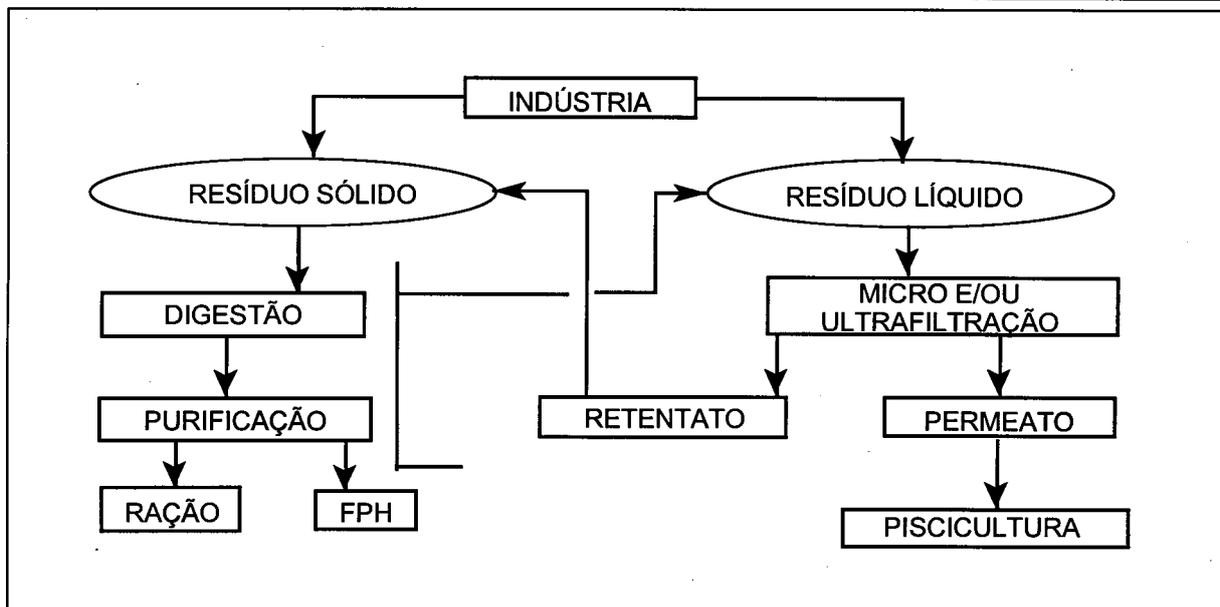
A proposta deste sistema 7 é a de eliminar o tratamento de resíduos, substituindo-o por uma operação que contribua para a exploração do potencial dos resíduos. Estudos têm demonstrado a viabilidade para isto e, algumas plantas, a nível mundial, já operam assim. No entanto, no Brasil e em Santa Catarina, não se tem notícia de processo similar.

Sistema 8 - O tradicional emprego do resíduo sólido para a produção de farinha de pescado e óleo, melhorando o tratamento dos resíduos líquidos por técnicas de micro e/ou ultrafiltração, retendo e utilizando os nutrientes, permitindo o uso do efluente líquido para piscicultura. Incremento do benefício econômico pela produção de farinha de pescados e óleo, incluindo o uso do retentato, é esperado, bem como benefício ambiental com a considerável redução na carga orgânica.



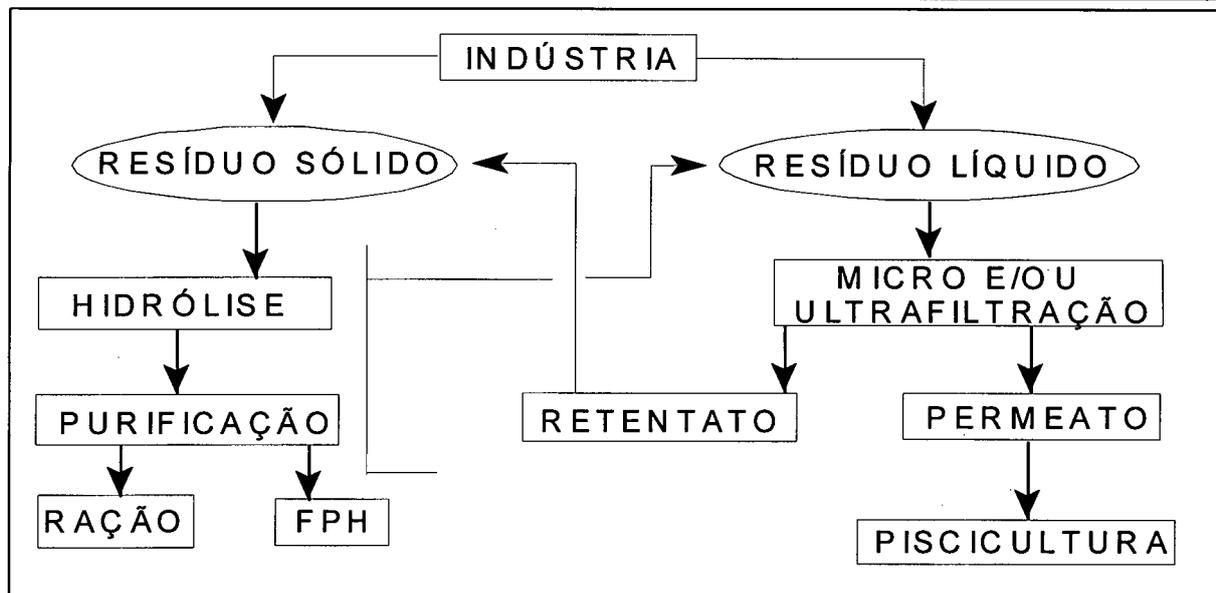
O procedimento do sistema 8 tem a mesma finalidade do sistema 7, exceto pela produção de farinha de pescados e óleo. Não se tem notícia da retenção dos sólidos segundo a proposta descrita, aqui no Brasil.

Sistema 9 - Resíduo sólido e retentato dos processos de micro e/ou ultrafiltração são empregados na produção de concentrado protéico de pescado (FPC), resíduo sólido da produção do FPC é usado como matéria-prima na produção de ração. A baixa carga orgânica no efluente líquido permite a piscicultura. Benefício econômico e ambiental são esperados.



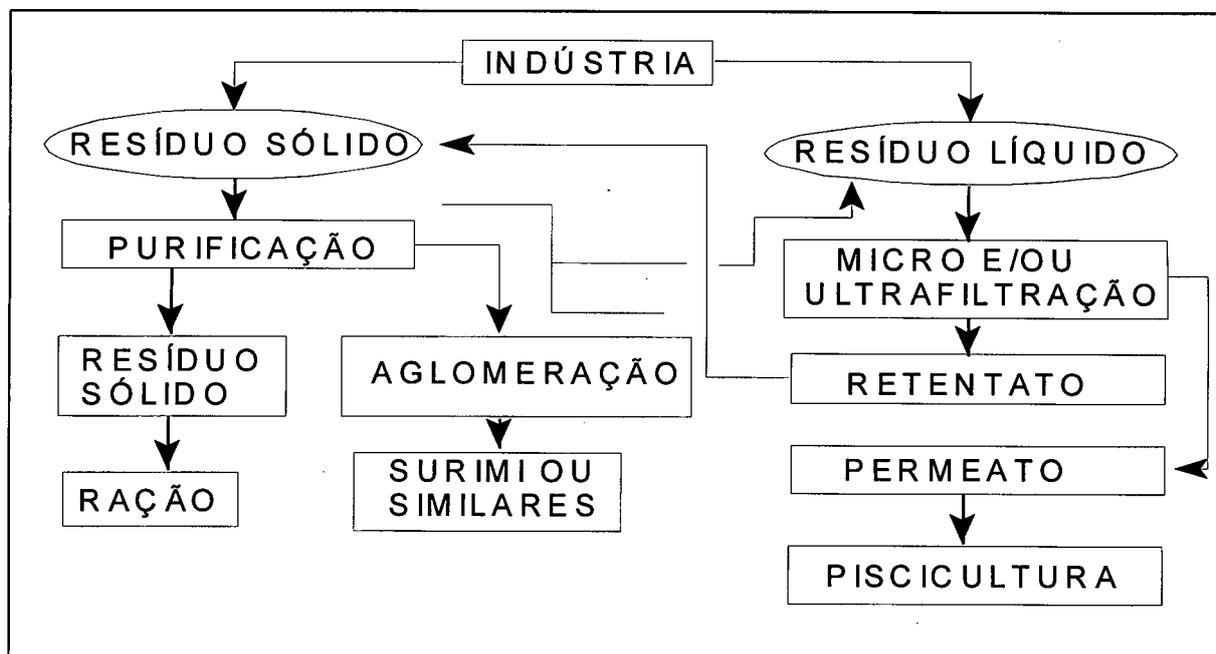
O sistema apresenta a vantagem adicional à utilização do resíduo sólido na produção do FPC, que está no emprego dos sólidos solúveis e suspensos através da micro e ultrafiltração. Não se tem notícia do emprego de todo o sistema da forma como está apresentado, a nível mundial. No entanto, uma vez que ambos são, separadamente, procedimentos adotados por algumas empresas, estamos propondo que a união de recursos venha a oferecer benefícios ambientais e econômicos.

Sistema 10 - Resíduo sólido e retentato dos processos de micro e/ou ultrafiltração dos resíduos líquidos são empregados na produção de hidrolisado protéico de pescados (FPH). Resíduos sólidos da produção do FPH são usados na produção de ração. Reduzida carga orgânica no efluente líquido permite o seu emprego na piscicultura. Benefício ambiental e econômico são esperados.



Este sistema também procura reunir os benefícios ambientais aos econômicos através da união de processos já adotados separadamente, por algumas empresas, a nível mundial.

Sistema 11 - Resíduo sólido e retentato dos processos de micro e/ou ultrafiltração são usados na produção de surimi ou outros similares, aglomerados de pescado. Resíduo sólido desta produção é usado na produção de ração e o permeato da filtração dos resíduos líquidos para piscicultura. Benefício econômico e ambiental são esperados.



Os procedimentos propostos nos sistemas 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam por característica a eliminação da etapa de tratamento de resíduos líquidos, conforme os processos tradicionais, "end-of-pipe", sendo substituída por um polimento físico rápido o qual permite a utilização dos componentes deste resíduo líquido, na produção de ração, farinha de pescado, concentrado protéico, hidrolisado protéico e aglomerados.

Todos os sistemas propostos para as indústrias de pescados estão ilustrados na figura 16, a qual apresenta os fluxos propostos e a sua relação com o benefício econômico, benefício ambiental e investimento envolvido, estimados segundo dados de literatura, visitas a indústrias e troca de idéias com profissionais do setor.

Figura 16 - Sistemas para o processamento de resíduos da indústria c

Sistema	resíduo sólido original	resíduo líquido original	resíduo sólido final	resíduo líquido final	OPERAÇÕES ENVOLVIDAS								PROP					
					aglomeração	lodo ativado	concentração	digestão	formulação	hidrólise	purificação	micro e/ou ultrafiltração	disposição sem tratamento	farinha de pescado	ração	piscicultura	co ti pro de	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		

Simbologia

Fluxo do sistema: 

Benefício econômico:

Baixo: L; benefício econômico \leq custo do tratamento convencional de resíduos

Médio: M; benefício econômico $\leq 5 \cdot$ custo do tratamento convencional de resíduos

Alto: H; benefício econômico $> 5 \cdot$ custo do tratamento convencional de resíduos

Benefício ambiental:

Baixo: L; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos em até 60 %

Médio: M; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos em até 90 %

Alto: H; valores dos parâmetros de avaliação ambiental são reduzidos acima de 90 %

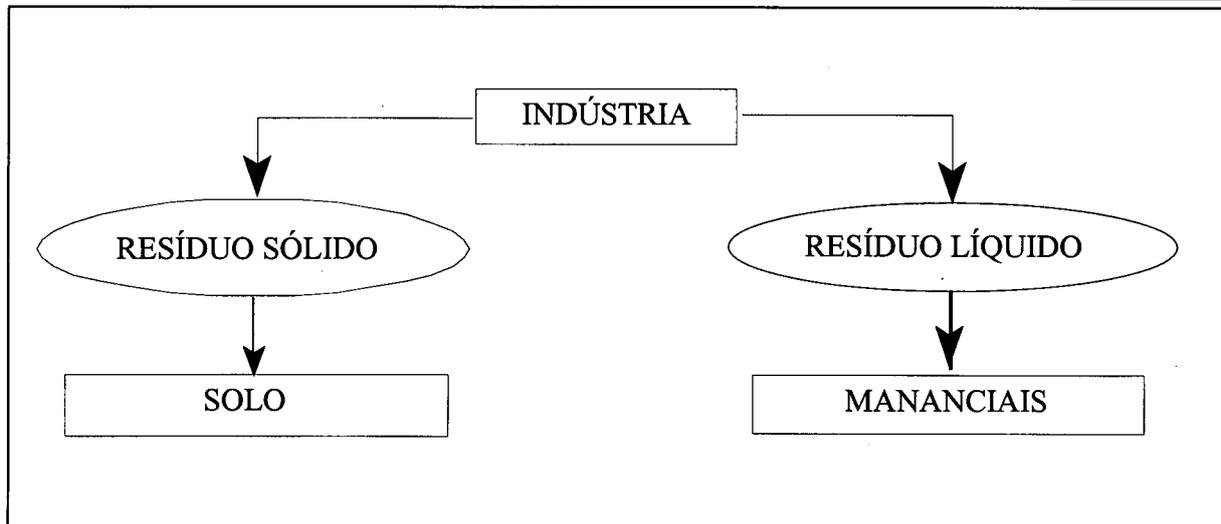
4.1.1.3. Sistemas para o Processamento de Resíduos das Fecularias de Mandioca

Diferentemente das indústrias de aves, suínos e pescados, nos resíduos sólidos e líquidos das fecularias de mandioca, a elevada concentração de carboidratos desde açúcares simples até glicosídeos cianogênicos (linamarina), amido, celulose e os produtos da decomposição destes, contribuem integralmente para a elevada carga orgânica (Amante, 1994). Principais parâmetros da avaliação ambiental alterados são pH, DBO, DQO, sólidos totais, carboidratos totais e cianeto.

Apesar da existência de vários trabalhos sugerindo o emprego do resíduo líquido rico em cianeto (Ponte *et alii*, 1987; Ponte *et alii*, 1988), no presente trabalho, não será considerado o emprego deste potencial. Outros glicosídeos, amido e celulose serão considerados na produção de ingredientes para ração.

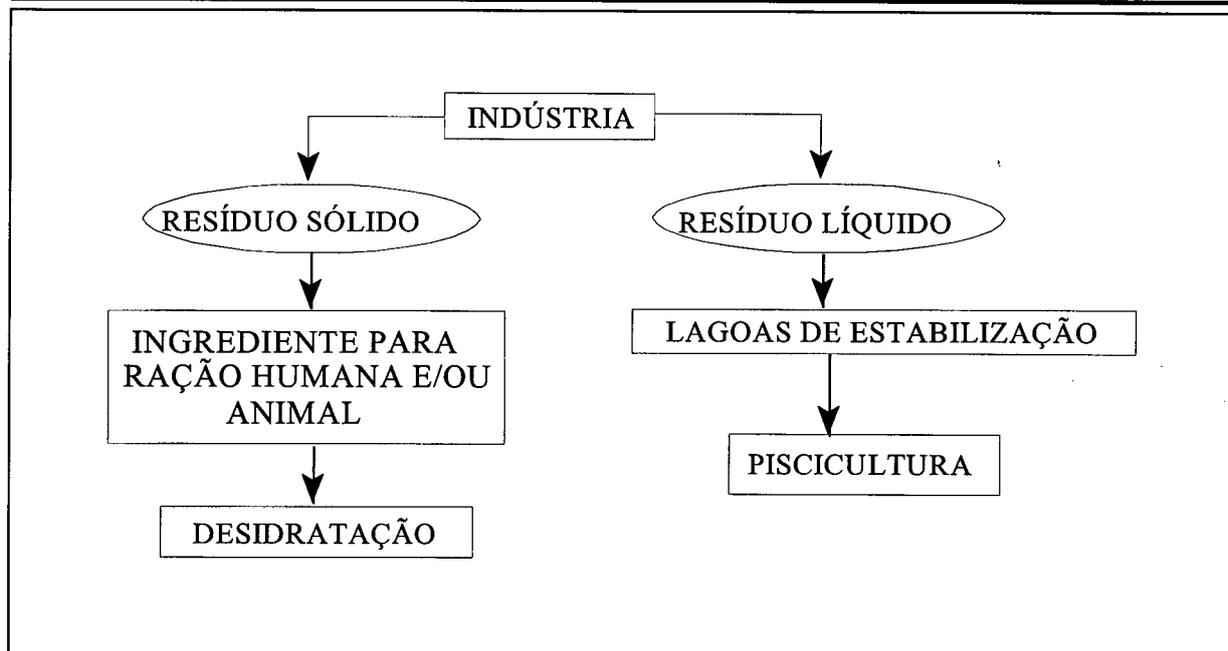
De acordo com a natureza dos resíduos líquidos e sólidos das fecularias e das indústrias envolvidas, serão apresentados três sistemas para o processamento dos resíduos (figura 17).

Sistema 1 - Disposição de resíduos na forma original de sua geração, tanto sólidos quanto líquidos, constitui-se em procedimento normal para algumas empresas do setor. O Resíduo sólido é uma massa constituída por água, amido e celulose. Empresas usam dispô-la no solo das zonas rurais ou oferece-la *in natura* para alimentação animal, o que é limitante devido aos processos fermentativos envolvidos. Os resíduos líquidos seguem para os mananciais. Custos com transporte e disposição fora dos padrões da Legislação Ambiental são as principais características do sistema.



A produção de fécula de mandioca é o setor onde o sistema 1 pode representar o procedimento genérico. A nível internacional, a fécula é produzida nos países em desenvolvimento e o panorama se repete em todo o mundo. Apesar disso, mudanças estão sendo observadas neste setor, onde existe o interesse em reduzir a carga poluidora dos efluentes. E, mais pronunciadamente do que nos outros setores estudados, a falta de dados práticos quanto ao procedimento mais eficiente tem deixado em dúvida muitos empresários sobre qual processo adotar.

Sistema 2 - Ajustes no processo de extração da fécula permitem maior rendimento da matéria-prima e menor quantidade de sólidos nos resíduos líquidos. Resíduos sólidos são desidratados para o emprego em ração humana e/ou animal. Resíduos líquidos com menor carga orgânica, após tratamento por lagoas de estabilização, poderão ser usados em piscicultura. Benefício econômico e ambiental são esperados.



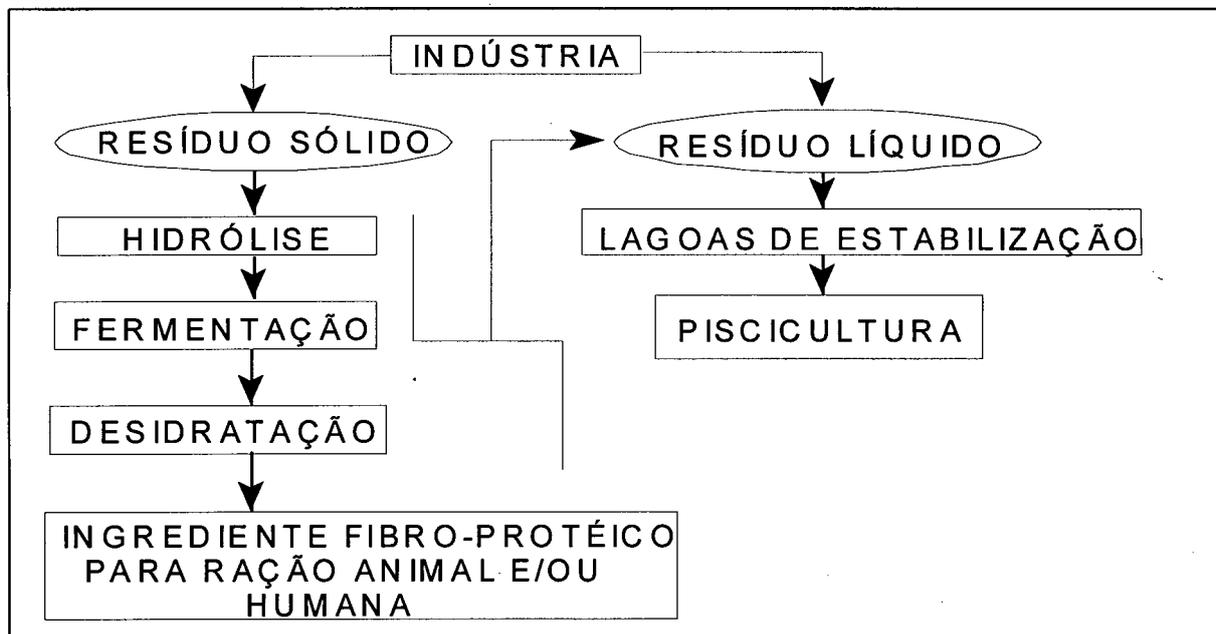
Apesar das dúvidas existentes, abordadas quanto à frequência na utilização do sistema 1, as fecularias que já mudaram, deram início às modificações, tratando o resíduo líquido em lagoas de estabilização.

O resíduo sólido de fecularias, corresponde à massa, uma potencial matéria-prima. A primeira sugestão para a sua utilização está em produzir ingrediente para ração humana e animal. Cuidados a nível de processamento garantem a qualidade da massa, sob o ponto de vista higiênico/sanitário.

A proposta já é realidade em uma empresa do Estado de Santa Catarina, que consorciada com outra, produtora de farelo de trigo para alimentação humana, usa adicionar a massa desidratada como ingrediente, em pequenas proporções.

A tendência crescente em melhorias a nível de processo industrial, tem reduzido a liberação de amido, suspenso no resíduo líquido, o que facilita o trabalho nas lagoas de estabilização, propondo-se o emprego dos efluentes para piscicultura.

Sistema 3 - Resíduos sólidos provenientes de um otimizado aproveitamento da matéria-prima, considerando suas características de carboidrato, podem ser enriquecidos por proteína de unicelulares, através de processo fermentativo, melhorando o valor nutritivo do produto. Lagoa de estabilização e posterior piscicultura garantem a liberação de efluentes líquidos abaixo dos padrões estabelecidos pela LA.



O sistema 3 propõe o enriquecimento da massa de fecularias através de fermentação, o que concorre para o acréscimo do teor protéico neste produto como ingrediente para ração humana e animal. Esta opção já foi testada a nível laboratorial e aprovada por representativa empresa produtora de ração animal. No entanto, nenhuma empresa utiliza este procedimento, que apesar da simplicidade, necessita de adequação.

Quanto ao resíduo líquido, o primeiro potencial a ser explorado está no próprio volume de água, o segundo está na sua composição.

Nutrientes suspensos e solúveis no resíduo líquido colocam-no como importante candidato a diluente em processos fermentativos utilizando o amido. Apesar disso, o sistema 3 ainda propõe processo “end-of-pipe”, lagoa de estabilização, para o polimento final em resíduos líquidos de fecularias.

Com cuidados no processo para a redução de amido no resíduo líquido e recirculação da água, reduz-se significativamente o trabalho nas lagoas de estabilização.

A figura 17 apresenta uma relação dos procedimentos propostos, bem como os benefícios ambientais, econômicos e investimento envolvido.

Adicionais conjuntos de sistemas podem ser colocados, para todos os setores considerados, porém, a natureza da indústria, composição dos resíduos e características regionais e referências existentes, constituem importantes fatores para qualquer procedimento proposto.

Figura 17 - Sistemas para o processamento de resíduos da indústria de

sistema	resíduo sólido original	resíduo líquido original	resíduo líquido final	operações envolvidas			propósitos				
				hidrólise	fermentação	desidra- tação	disposição sem tratamento	lagoas de estabili- zação	carboidrato ingrediente para ração	ingrediente fibro- protéico para ração	piscicultura
1											
2											
3											

Simbologia:

Fluxo do sistema:



Benefício econômico:

Baixo: B; benefício econômico \leq custo do tratamento convencional de resíduos
 Médio: M; benefício econômico $\leq 5 \cdot$ custo do tratamento convencional de resíduos
 Alto: H; benefício econômico $\geq 5 \cdot$ custo do tratamento convencional de resíduos

Benefício ambiental:

Baixo: L; valores dos parâmetros de aval
 Médio: M; valores dos parâmetros de ava
 Alto: H; valores dos parâmetros de avalia

Investimento envolvido

Baixo: L; investimento na instalação do sistema até US\$ 200.000,00
 Médio: M; acima de US\$ 200.000,00
 Alto: H; acima de US\$ 500.000,00

4.1.2. Avaliação do Benefício Econômico e Ambiental dos Sistemas para o Processamento de Resíduos

Nas seções 4.1.1.1 a 4.1.1.3 foram apresentados alguns sistemas para o processamento de resíduos líquidos e sólidos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias, para comparação e seleção, objetivando maximizar os benefícios econômicos e ambientais. Conseqüentemente, qualquer decisão sobre as propostas deverá depender, além dos dados sobre a realidade regional, de avaliação econômica e ambiental.

Neste sentido, a primeira etapa do trabalho, descrita nas seções anteriores, deverá ser feita em ordem crescente, obedecendo uma seqüência crescente durante o desenho dos sistemas, quanto aos benefícios econômicos e ambientais esperados. Este procedimento é muito importante no momento da seleção e/ou decisão. Nesta ordem, sistemas 1 mencionados para cada setor, não diferem, são referentes às condições ambientais e econômicas não ideais, foram adotados para mostrar o ponto zero para os sistemas propostos, sob um ponto de vista pessimista, objetivando comparar entre uma alternativa e qualquer mudança, procedimento comumente empregado para calcular benefícios (Grant *et alii*, 1982).

No presente trabalho será considerado benefício econômico, atratividade, do processo como o ganho monetário (unidade monetária por tonelada) devido ao processamento (reprocessamento ou reciclagem) dos resíduos de cada sistema proposto.

Para a obtenção do valor do benefício econômico, deverá ser determinado o tempo de recuperação do capital investido (Casarotto e Kopittke, 1992), que é o valor que anula a equação do valor presente dada pela expressão 1, para o sistema, calculado a partir de uma avaliação do custo da implantação ou custo do capital (unidade monetária) para o sistema proposto e, de acordo com a quantidade de resíduo processada por ano, valor médio do (s) produto (s) no mercado e custos de produção. Usando a expressão 1, esta determinação poderá ser feita para cada indústria ou para grupos de indústrias do mesmo setor, sempre considerando custos de transporte e natureza biológica dos resíduos estudados.

$$VP = - C + P(V - c) \sum_{n=1}^T (1+i)^{-n} = 0 \quad (1)$$

- T - tempo de recuperação do capital (ano);
 C - custo do capital; investimento envolvido (unidade monetária);
 P - produção anual de resíduo (toneladas por ano);
 V- valor médio do produto no mercado (unidade monetária por tonelada);
 c - custo total de produção, incluindo depreciação e transporte (unidade monetária por tonelada);
 n - períodos
 i - juros

Empregando referência do tempo de recuperação do capital, será possível determinar o benefício econômico (EB) para cada sistema através da expressão 2.

$$EB = V_T - c T \quad (2)$$

- EB - benefício econômico (unidade monetária por tonelada);
 V_T - valor médio do produto no mercado no tempo de recuperação do capital (unidade monetária por tonelada);
 c - custo total de produção, incluindo depreciação e transporte (unidade monetária por tonelada);
 T - tempo de recuperação do capital (ano).

Os sistemas propostos devem ser profundamente analisados, bem como a indústria ou o grupo de indústrias interessadas em minimizar os seus resíduos. Uma avaliação quantitativa sobre o número de geradores e os resíduos deles liberados, são seguidos, ou paralelos, a uma análise qualitativa sobre os resíduos, o que envolve trabalhos de diferentes campos de atividades.

Tanto o benefício econômico quanto o benefício ambiental são influenciados pela escala, ou seja, pela capacidade do sistema processador de resíduos. Processar pequenas quantidades de resíduos, liberadas individualmente, pode não resultar econômico, então a escala constitui-se em fator adicional a ser estudado. Procedimento cauteloso deve ser adotado, enquanto processar em grande escala pode ser econômico, o mesmo pode não ser verdadeiro quanto à eficiência dos processos, especialmente levando-se em conta a natureza dos

resíduos. Conseqüentemente, deve ser encontrado um ponto de equilíbrio entre benefício econômico e ambiental, melhorando as decisões em gestão de resíduos.

A avaliação do benefício ambiental para os sistemas pode ser feita por dois caminhos, o primeiro é o ideal, atingindo valores mais próximos aos do problema. Ele consiste na construção de plantas piloto visando comparar os sistemas. É o melhor caminho, apesar da demanda de tempo e recursos, mas está fora da realidade da maioria dos países em desenvolvimento. O segundo caminho, sendo empregado no presente trabalho, propõe sistemas a partir dos dados de composição e de quantificação dos resíduos, utilizando como base teórica os dados publicados sobre valorização de resíduos e a experiência dos profissionais da indústria e grupos de interesse relacionados com o problema. Limites da Legislação Ambiental e dados de composição são empregados na análise, segundo cada setor estudado. Enquanto os limites da Legislação Ambiental correspondem à referência quanto aos padrões ideais, a avaliação das características de composição oferece dados para os sistemas a serem propostos.

Os parâmetros relacionados no quadro 04 ilustram o conjunto de informações qualitativas necessárias à avaliação. Os parâmetros ambientais selecionados são os mais importantes na avaliação da carga orgânica dos resíduos, enquanto os de composição dirigem os sistemas propostos. Eles foram selecionados segundo a natureza dos setores em estudo.

Sobre estas avaliações, examinando e propondo sistemas, será possível determinar o efeito dos sistemas propostos sobre o meio ambiente.

Considerando a importância da escala, ela deve ser avaliada paralelamente aos sistemas propostos, segundo o setor estudado e as indústrias envolvidas.

O time profissional responsável pelo trabalho deve eleger uma faixa de liberação de resíduos média para cada setor. Esta faixa de valores deve abranger de indústrias a regiões produtoras. Sobre as faixas estabelecidas, fazer estimativas dos benefícios ambientais e econômicos. Seguindo este procedimento, no caso em estudo e segundo os sistemas propostos, dez para aves e suínos, onze para pescados e três para feculárias, os sistemas devem ser examinados para cada faixa de escalas.

Custo de transporte e de processamento constituem dados importantes para a tomada de decisão sobre qual sistema adotar, o grande número de indústrias geradoras de resíduos, as distâncias entre elas e/ou um possível centro de reprocessamento e o número de sistemas propostos para cada setor, constituem no principal problema do (s) tomador(es) de decisão. Na seção seguinte, o presente trabalho apresenta um modelo matemático objetivando minimizar custos de transporte e maximizar lucros com processamento de resíduos, selecionando sistemas e escalas para atingir tal objetivo.

Quadro 4 - Parâmetros para as avaliações ambientais e de composição dos resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias.

PARÂMETROS	INDÚSTRIAS	
	fecularias	aves, suínos e pescados
AMBIENTAIS		
demanda bioquímica de oxigênio		
cianeto		
pH		
carboidratos totais		
sólidos totais		
COMPOSIÇÃO		
amido		
celulose		
lipídio		
proteína		

A DETERMINAR

4.2. MODELO MATEMÁTICO PARA O PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS

Os resíduos das indústrias de alimentos constituem um material biológico. Conseqüentemente, apresentam instabilidades quanto à composição. Especial atenção é requerida para a preservação da qualidade no ciclo desde a matéria-

prima, geração de resíduos, tempo e transporte, se o interesse está em sua valorização. Sobre o custo de transporte sempre deve ser considerado, além de distâncias e custos operacionais, também o custo com transporte sob refrigeração, linha de frio, ou outro sistema preservativo.

Considerando o aspecto dinâmico de cada caso a ser estudado, trabalhado, os dados são amplamente variáveis para cada situação analisada. Por exemplo, a atual produção e localização das unidades geradoras no Estado de Santa Catarina não serão as mesmas alguns anos mais tarde. Conseqüentemente, o modelo é também dinâmico de acordo como o tempo, situação das geradoras e do mercado. Devido a esta realidade é importante conhecer como o modelo está construído.

Suponhamos que o Estado tenha J indústrias para cada setor estudado, distribuídas pela sua ampla área, diversas regiões. Cada região deve ser estudada, quanto aos sistemas a serem propostos, a possibilidade de formação de grupos de geradores ou o processamento individual de resíduos, sistemas (i) são propostos e comparados em uma seleção prévia.

Na fase de seleção prévia ("pré-screening"), os sistemas para processamento de resíduos serão comparados dentre várias escalas, selecionando o de maior benefício econômico e ambiental. Adicionalmente, o local candidato ao centro de reprocessamento (k) será comparado, objetivando minimizar custo de transporte desde a geração até o processamento. A seleção prévia visa reduzir o número de sistemas a serem comparados no momento da aplicação do modelo propriamente dito. A Figura 18 ilustra a estrutura do modelo proposto. Indústrias (j) liberam determinada quantidade de resíduo (S_j). De posse destas quantidades para determinada região, são selecionadas as escalas, o benefício econômico para cada sistema é calculado segundo as faixas de escalas selecionadas por setor. A fase da seleção prévia é o que diferencia o modelo entre os setores estudados, uma vez que os sistemas (i) são desenhados por setor.

Os parâmetros ambientais e de composição dos resíduos constituem um subsídio adicional na decisão entre os sistemas selecionados.

O modelo matemático proposto pode ser usado por uma indústria ou um conjunto delas, do mesmo setor. Quando o objetivo for usar resíduos de setores diversos, trabalho inter setorial, um novo e específico conjunto de sistemas deverá ser desenhado, sempre seguindo a ordem crescente na relação dos sistemas.

Considerando a dinâmica mudança nos dados sobre resíduos, localização de plantas e cenário de mercado, o time de profissionais envolvidos no trabalho deve agir integrado com esta realidade na fase de seleção prévia. Time multidisciplinar e uma “avalanche” de dados constituem as ferramentas principais para o bom desempenho do método.

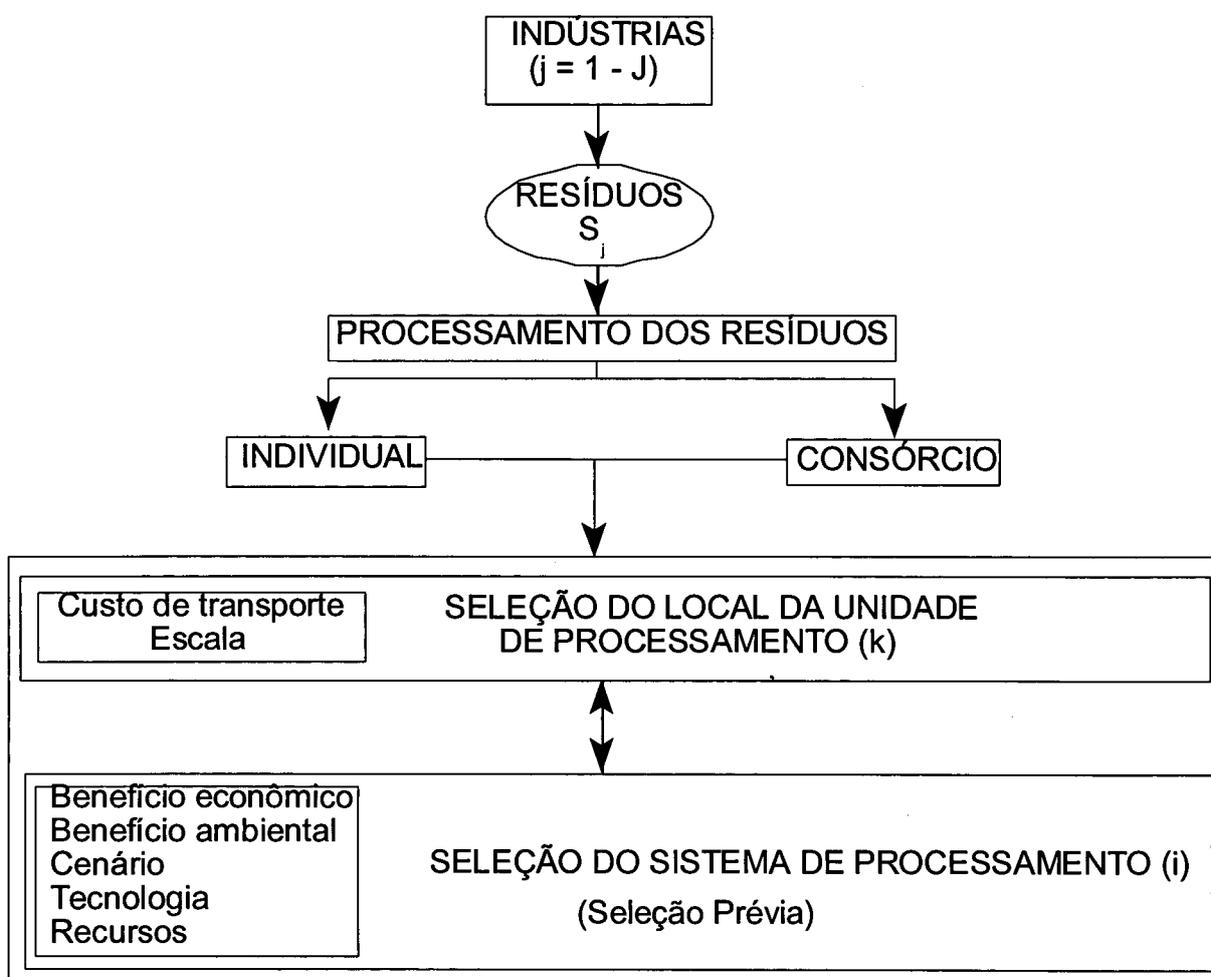


Figura 18 - Estrutura do modelo matemático para o processamento de resíduos.

4.2.1. Formulação Matemática

Simbologia:

i - sistemas para o processamento de resíduos;

j - indústria geradora de resíduos;

k - local candidato a processar os resíduos, considerando a natureza biológica do resíduo na determinação do tempo, distância e condições de transporte;

S_j - quantidade de resíduos liberados pela indústria j (ton/dia);

Ct_{jk} - custo de transporte de j para k (unidade monetária/ton);

y_{jk} - variável de decisão, para transportar da indústria geradora de resíduos j , para o local de processamento de resíduos k ;

$y_{jk} = 1$ ou 0 ;

1- transportar da indústria j para o local de processamento k ;

0 - não transportar da indústria j para o local de processamento k ;

Y_i - benefício econômico do processo i (unidade monetária/ton);

X_i - quantidade de resíduo sólido processado pelo sistema i (ton);

$Y_i = A_i X_i + B_i$, equação de regressão linear a ser empregada na fase de seleção prévia.

Função Objetivo:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K S_j \cdot Ct_{jk} \cdot y_{jk} \quad (3)$$

Sujeito a:

$$y_{j,k} = 0 \text{ ou } 1 \quad (4)$$

4.3. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO MODELO

O modelo será explicado através de um exemplo aplicado ao setor de aves do Estado de Santa Catarina. O setor foi o escolhido dentre os quatro estudados porque é o que mais dispõe de dados e demais informações publicados. Os dados empregados no exemplo, até o momento, **são simulados, não são reais**. Porém, sua simulação está baseada em dados de literatura (FIESC, 1995; ICEPA, 1996) e de informações das indústrias.

Santa Catarina possui vinte e uma indústrias processadoras de aves, em microrregiões que produzem mais de 1.000.000 de cabeças de aves, distribuídas segundo o ilustrado no quadro 05, o qual também mostra as distâncias da indústria j até o candidato k ao processamento, quando menores que 100 Km. Cada indústria libera também uma quantidade de resíduos S_j , cujos valores foram empregados para estimar as faixas de liberação de resíduos, as quais servem de subsídio para a estimativa das faixas de escala (capacidade instalada) a serem estudadas para todos os sistemas propostos. De posse dos dados simulados para o exemplo, o modelo será testado procurando atender às necessidades de decisão sobre:

- 1 - Qual sistema deve ser adotado para o processamento dos resíduos?
- 2 - Qual sistema é mais apropriado para cada gerador?
- 3 - Se a análise de escala de produção indicar pela formação de grupos de geradores, qual é o melhor sistema e onde deve ser instalado o centro de reprocessamento?

A solução do problema tem início com a caracterização quali e quantitativa dos resíduos gerados pelas J indústrias do Estado. Os dados qualitativos são a base da proposição dos sistemas para o setor exemplificado. Para efeito deste exemplo, os sistemas a serem comparados são os descritos na seção 4.1.1.1.

Em segundo lugar, a seleção do local candidato ao processamento, de acordo com a posição geográfica relacionada com os geradores de resíduos, disponibilidade de vias de transporte, energia e água, condições ambientais

apropriadas e, adicionalmente a outros dados necessários à tomada de decisão sobre instalação de plantas industriais.

Dados sobre as indústrias, quantidade de resíduos processados (capacidade instalada), efeito dos sistemas propostos para as faixas de escala em estudo sobre a liberação de resíduos após o processamento, devem ser tabulados, o quadro 08 ilustra os dados simulados para o exemplo.

O mesmo deve ser elaborado de acordo com os efeitos dos sistemas propostos e escalas estudadas sobre os parâmetros ambientais. Os dados simulados para o exemplo são encontrados no quadro 09.

Benefício econômico é determinado para cada sistema proposto, no caso da indústria de aves, dez sistemas serão comparados. Adicionalmente, faixas de escala serão comparadas. O quadro 06 apresenta dados sobre o benefício econômico de dez sistemas (i) e cinco faixas de escala, segundo a produção do setor estudado.

O problema é concluído com a seleção do melhor local de processamento, através do emprego do aplicativo LINDO (LINDO SYSTEMS INC.).

Quadro 5 - Representação da localização e da produção de aves por microrregiões e por mu

Indústria j	Microrregião	Município	Produção Anual cabeças	Distância entre j e													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Joaçaba	Herval D'Oeste	21.341.348														
2	Chapecó	Chapecó				100	27	27									
3		Maravilha	11.484.306		100		100	100									
4	Xanxerê	Xaxim-1			27	100											
5		Xaxim-2	10.247.189		27	100											
6	São Miguel D'Oeste	Itapiranga	5.036.879														
7	Rio do Sul	Taió											75				
8		Lontras	3.230.700									75					
9	Tubarão	São Ludgero	2.504.514														
10	Florianópolis	Palhoça														14	
11		São José	2.184.300												14		
12	Araranguá	Sombrio	1.992.170														
13	Joinville	Jaraguá do Sul	1.885.950														
14	Blumenau	Timbó-1										100	63				
15		Timbó-2										100	63				
16		Pomerode-1															
17		Pomerode-2															
18		Rio dos Cedros	1.598.483										74				
19	Canoinhas	Porto União															
20		Três Barras	1.449.300														
21	Criciúma	Forquilha	1.383.659											75			63

mais de 100 Km.

Fontes: FIESC, Guia da indústria de Santa Catarina
ICEPA, Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina, 1995.

Quadro 6 - Relação entre capacidade instalada e benefício econômico para o processamento de resíduos da indústria de aves

Capacidade Instalada ton/dia	Benefício Econômico usando o sistema i									
	U.M./ton									
	i									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-3,13	160	180	360	540	540	250	280	600	600
6	-29,3	160	180	360	540	540	250	280	600	600
12	-68,4	160	180	360	540	540	250	280	600	600
20	-147	180	190	380	570	570	280	290	650	650
30	-293	180	190	380	570	570	280	290	650	650
70	-540	840	920	1840	2760	2760	1310	1420	3100	3100

Nota: dados simulados.

Dados do quadro 06 são plotados para encontrar a equação de regressão linear ($A_i X_i + B_i$), selecionando o sistema ou sistemas a serem sugeridos e avaliados.

Aplicando regressão linear aos dados do quadro 06, quanto à capacidade instalada (ton/dia) e benefício econômico (U.M./ton), será possível encontrar linearidade, determinando o Y_i esperado para cada sistema (quadro 07 e figura 19). Índices das equações e a ilustração das retas na figura 19 indicam que os sistemas 09 e 10, correspondem aos procedimentos onde podemos esperar o maior benefício econômico. Este procedimento de seleção prévia permite uma escolha entre as diferentes opções de processamento de resíduos existentes.

Sistema (i)	Y_i esperado
1	$Y_1 = -10,23X_1 + 35,23$
2	$Y_2 = 0,873X_2 + 155,78$
3	$Y_3 = 0,437X_3 + 177,89$
4	$Y_4 = 0,873X_4 + 355,78$
5	$Y_5 = 1,31X_5 + 533,67$
6	$Y_6 = 1,31X_6 + 533,67$
7	$Y_7 = 1,31X_7 + 243,67$
8	$Y_8 = 0,437X_8 + 277,89$
9	$Y_9 = 2,185X_9 + 589,44$
10	$Y_{10} = 2,185X_{10} + 589,44$

A seleção econômica é necessária, mas não é suficiente para a decisão. O efeito dos sistemas propostos sobre o meio ambiente têm importância proporcional ao benefício econômico. Conseqüentemente, cada sistema deve ser avaliado sobre a quantidade e características dos resíduos gerados. Os quadros 08 e 09 apresentam dados simulados sobre os efeitos da aplicação de cada um dos sistemas propostos sobre as quantidades de resíduos gerados segundo as escalas, enumeradas de 1 a 5 para as cinco escalas apresentadas no quadro 06, de 2 a 30 ton/dia, respectivamente.

Quadro 7 - Y_i esperados para os sistemas de processamento de resíduos de aves propostos.

X_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	14,77	157,53	178,76	357,52	536,29	536,29	246,23	278,76	593,81	593,81
6	-26,15	161,02	180,51	361,02	541,53	541,53	251,53	280,51	602,55	602,55
12	-87,53	166,26	183,13	366,25	549,39	549,39	259,39	283,13	615,66	615,66
20	-169,37	173,24	186,63	373,24	559,87	559,87	269,87	286,62	633,14	633,14
30	-271,67	181,97	191	381,97	572,97	572,97	282,97	290,98	654,99	654,99

Antes de decidir onde e como processar, a decisão entre os sistemas selecionados, produção de concentrado protéico ou de hidrolisado protéico, deverá ser concluída. Limites ambientais constituem pesado fator de decisão e devem ser empregados também nesta fase. Porém, segundo os quadros 08 e 09, o benefício ambiental com os dois sistemas, é similar. O cenário de mercado se oferece como ferramenta, embora tenha sido considerado também na fase de desenho dos sistemas propostos, o cenário de mercado é auxiliar importante no processo decisório.

Como conclusão, a decisão entre processar por unidade geradora ou através de um consórcio de indústrias, vai depender da avaliação da escala indicada e das distâncias entre as unidades geradoras. Especialmente no exemplo

ilustrado, as treze microrregiões produtoras só permitiram o agrupamento de cinco unidades de reprocessamento, as demais devem ser feitas isoladamente, sem consórcio de resíduos, devido à distâncias acima de 100 km entre as unidades geradoras. A distância máxima estabelecida, de 100 Km, está na dependência das condições e tempo da geração de resíduos até o reprocessamento propriamente dito, adicionalmente ao tipo de sistema selecionado, sempre respeitando, como lei máxima, a estabilidade dos resíduos.

Neste exemplo, a seleção prévia indicou a produção do hidrolizado e concentrado protéico, a partir de uma escolha entre todos os sistemas de processamento propostos, sem considerar a capacidade de investimento das empresas. Com limites na capacidade de investimento, a análise prévia poderá ser conduzida, envolvendo aquelas opções de investimento, dentro do alcance das empresas. Considerando estas possíveis variações, o fluxograma da figura 20 apresenta uma síntese do procedimento, segundo o exemplo.

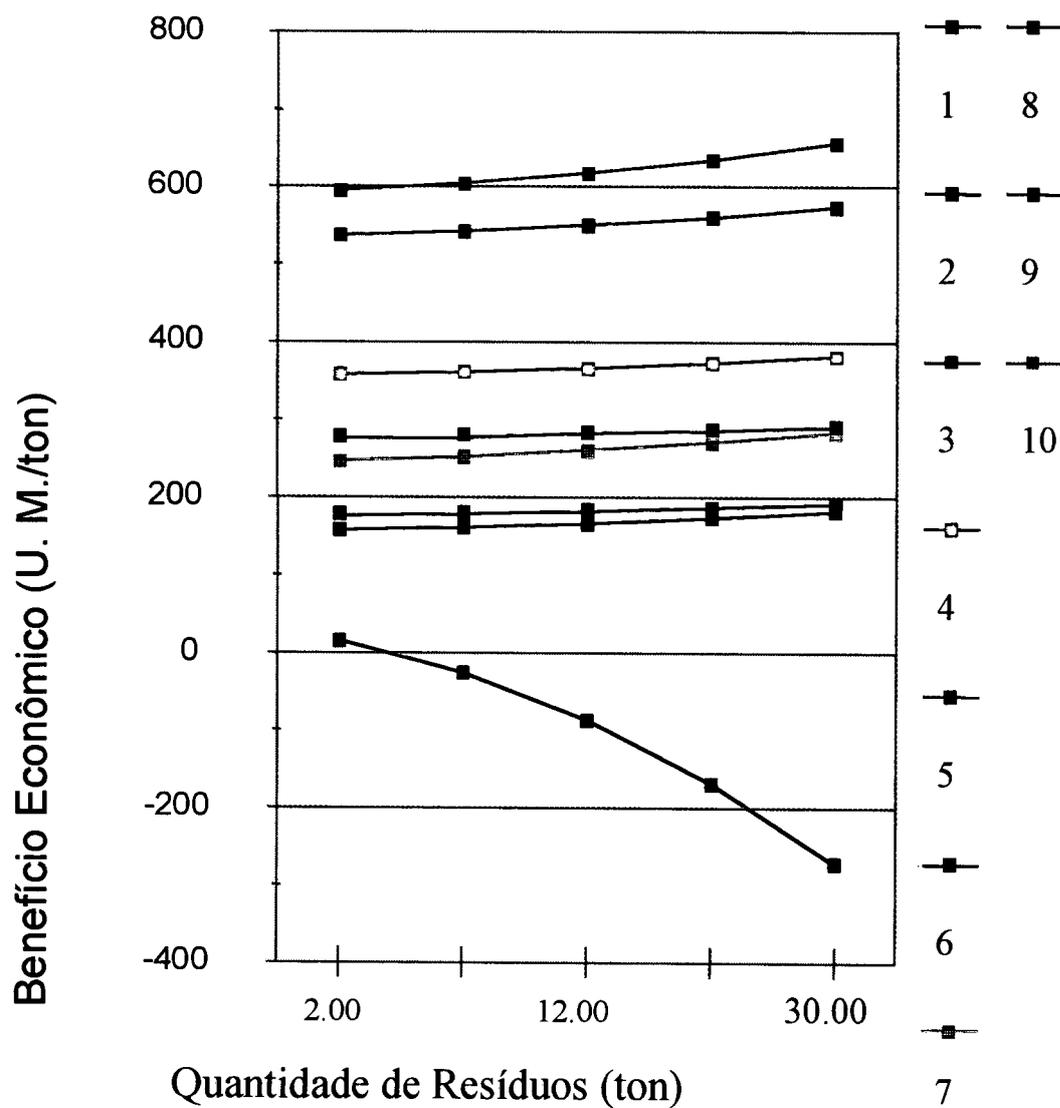


Figura 19 - Relação entre o benefício econômico e quantidade de resíduos processados pelos i sistemas de processamento de resíduos das indústrias processadoras de aves.

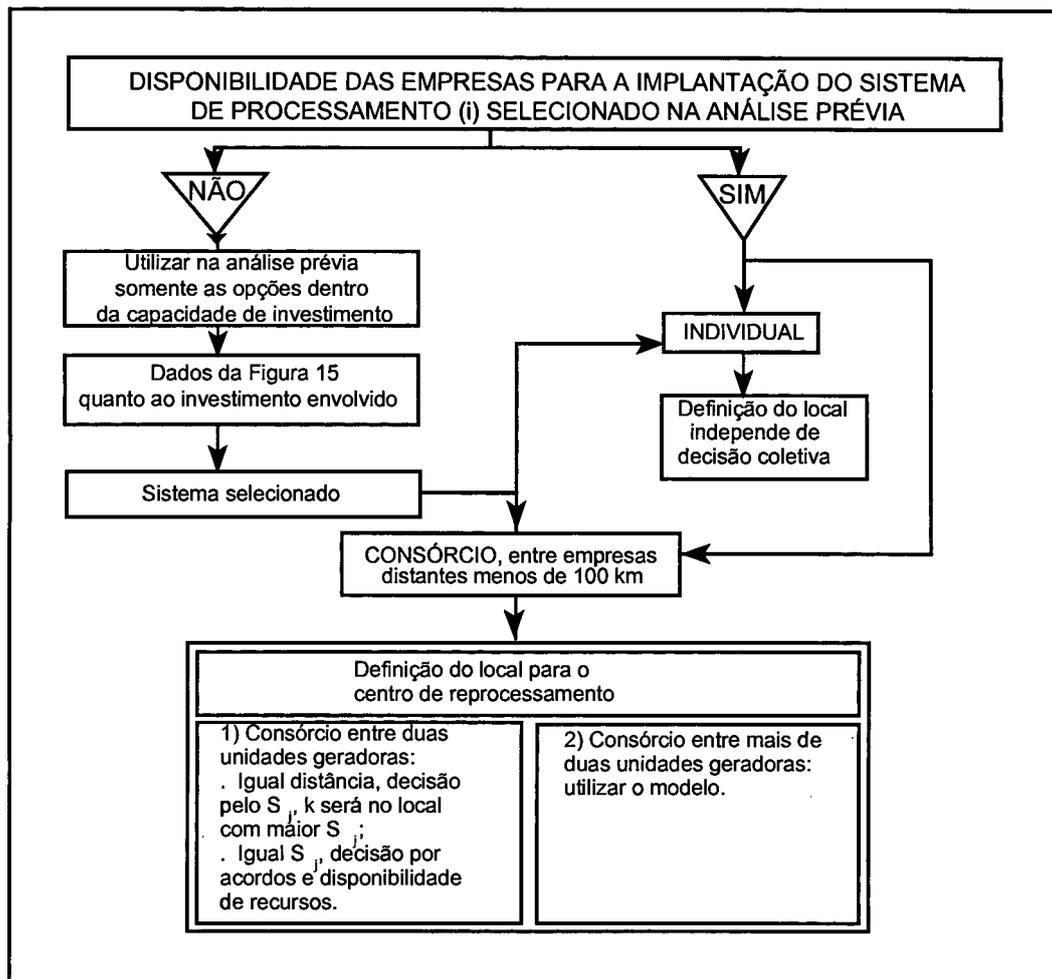


Figura 20 - Fluxograma das variantes do exemplo.

Quadro 8 - Quantidade de resíduos sólidos liberados (ton/dia) pela indústria (j), segundo o s

Sistema i	Capacidade Instalada ton/dia	Indústria j													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		20	10	10	5	5	5	3,5	3,5	2,5	1	1	2	2	0,5
2	2										0,45	0,45	0,9	0,9	0,23
	6				2,25	2,25	2,25	1,58	1,58	1,13	0,45	0,45	0,9	0,9	0,23
	12		4,5	4,5	2,25	2,25	2,25	1,58	1,58	1,13	0,45	0,45	0,9	0,9	0,23
	20	10	5	5	2,5	2,5	2,5	1,75	1,75	1,25	0,5	0,5	1	1	0,25
	30	11	5,5	5,5	2,75	2,75	2,75	1,93	1,93	1,38	0,55	0,55	1,1	1,1	0,28
3	2										0,4	0,4	0,8	0,8	0,2
	6				2	2	2	1,4	1,4	1	0,4	0,4	0,8	0,8	0,2
	12		4	4	2	2	2	1,4	1,4	1	0,4	0,4	0,8	0,8	0,2
	20	9	4,5	4,5	2,25	2,25	2,25	1,58	1,58	1,13	0,45	0,45	0,9	0,9	0,23
	30	10	5	5	2,5	2,5	2,5	1,75	1,75	1,25	0,5	0,5	1	1	0,25
4	2										0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	6				0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	12		1,5	1,5	0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	20	4	2	2	1	1	1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1
	30	5	2,5	2,5	1,25	1,25	1,25	0,88	0,88	0,63	0,25	0,25	0,5	0,5	0,13
5	2										0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	6				0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	12		1,5	1,5	0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	20	4	2	2	1	1	1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1
	30	5	2,5	2,5	1,25	1,25	1,25	0,88	0,88	0,63	0,25	0,25	0,5	0,5	0,13

Sistema i	Capacidade Instalada ton/dia	Indústria													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	2										0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	6				0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	12		1,5	1,5	0,75	0,75	0,75	0,53	0,53	0,38	0,15	0,15	0,3	0,3	0,08
	20	4	2	2	1	1	1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1
	30	5	2,5	2,5	1,25	1,25	1,25	0,88	0,88	0,63	0,25	0,25	0,5	0,5	0,13
7	2										0,08	0,08	0,16	0,16	0,04
	6				0,4	0,4	0,4	0,28	0,28	0,2	0,08	0,08	0,16	0,16	0,04
	12		0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,28	0,28	0,2	0,08	0,08	0,16	0,16	0,04
	20	1,8	0,9	0,9	0,45	0,45	0,45	0,32	0,32	0,23	0,09	0,09	0,18	0,18	0,04
	30	2	1	1	0,5	0,5	0,5	0,35	0,35	0,25	0,1	0,1	0,2	0,2	0,08
8	2				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	6				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	12		0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	20	1	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,175	0,175	0,125	0,05	0,05	0,1	0,1	0,02
	30	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,21	0,21	0,15	0,06	0,06	0,12	0,12	0,03
9	2				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	6				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	12		0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	20	1	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,175	0,175	0,125	0,05	0,05	0,1	0,1	0,02
	30	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,21	0,21	0,15	0,06	0,06	0,12	0,12	0,03
10	2				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	6				0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	12		0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,14	0,14	0,1	0,04	0,04	0,08	0,08	0,02
	20	1	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,175	0,175	0,125	0,05	0,05	0,1	0,1	0,02
	30	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,21	0,21	0,15	0,06	0,06	0,12	0,12	0,03

Nota: dados simulados

Quadro 9 - Características dos resíduos sólidos e líquidos segundo o sistema (i) e a capacidade instalada.

Sistema i	Capacidade Instalada ton/dia	sólidos totais kg/ton	proteína kg/ton	lipídio kg/ton	demanda bioquímica de oxigênio mg O ₂ /l
1		697	492	244,2	560
2	2	209,1	147,6	73,26	168
	6	209,1	147,6	73,26	168
	12	209,1	147,6	73,26	168
	20	223,04	157,44	78,14	179,2
	30	230,01	162,36	80,59	184,8
3	2	174,25	123	61,05	140
	6	174,25	123	61,05	140
	12	174,25	123	61,05	140
	20	188,19	132,84	65,93	151,2
	30	195,16	137,76	68,38	156,8
4	2	174,25	123	61,05	140
	6	174,25	123	61,05	140
	12	174,25	123	61,05	140
	20	188,19	132,84	65,93	151,2
	30	195,16	137,76	68,38	156,8
5	2	174,25	123	61,05	140
	6	174,25	123	61,05	140
	12	174,25	123	61,05	140
	20	188,19	132,84	65,93	151,2
	30	195,16	137,76	68,38	156,8
6	2	174,25	123	61,05	140
	6	174,25	123	61,05	140
	12	174,25	123	61,05	140
	20	188,19	132,84	65,93	151,2
	30	195,16	137,76	68,38	156,8
7	2	104,55	73,8	36,63	84
	6	104,55	73,8	36,63	84
	12	104,55	73,8	36,63	84
	20	118,49	83,64	41,51	95,2
	30	125,46	88,56	43,96	100,8
8	2	34,85	24,6	12,21	28
	6	34,85	24,6	12,21	28
	12	34,85	24,6	12,21	28
	20	48,79	34,44	17,09	39,2
	30	55,76	39,36	19,54	44,8
9	2	34,85	24,6	12,21	28
	6	34,85	24,6	12,21	28
	12	34,85	24,6	12,21	28
	20	48,79	34,44	17,09	39,2
	30	55,76	39,36	19,54	44,8
10	2	34,85	24,6	12,21	28
	6	34,85	24,6	12,21	28
	12	34,85	24,6	12,21	28
	20	48,79	34,44	17,09	39,2
	30	55,76	39,36	19,54	44,8

Nota: dados simulados.

Dando continuidade ao exemplo, serão apresentadas as equações, que permitirão a determinação do local de processamento de resíduo adequado para cada grupo de indústrias distantes menos de 100 Km.

Três grupos de consórcios são sugeridos, com mais de dois parceiros, segundo os dados do quadro 05:

Grupo 1 - Indústrias 2, 3, 4 e 5;

Grupo 2 - Indústrias 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17 e 18;

Grupo 3 - Indústrias 9, 12 e 21.

Para a determinação de cada C_{tjk} foram consideradas as distâncias apresentadas no quadro 05, o custo do combustível em US\$ 0,45/litro, custo do homem/hora de US \$ 2,92 e a capacidade do veículo de 15 toneladas. Os valores de S_j foram os simulados no quadro 08.

Os algoritmos foram descritos, segundo as equações 3 e 4, utilizando os dados do problema, para serem analisados no aplicativo LINDO (LINDO SYSTEMS INC.), conforme segue:

Grupo 1

$y_{32} + y_{42} + y_{52} =$ processar tudo no local da geradora 2, Chapecó, denominada variável y_1 ;

$y_{23} + y_{43} + y_{53} =$ processar tudo no local da geradora 3, Maravilha, variável y_2 ;

$y_{24} + y_{34} + y_{54} =$ processar tudo em 4, Xaxim-1, variável y_3 ;

$y_{25} + y_{35} + y_{45} =$ processar tudo em 5, Xaxim-2, variável y_4 ;

As unidades 4 e 5 estão na mesma cidade, y_3 e y_4 são opções iguais, consideraremos apenas y_3 .

Então, podemos resolver para:

$\text{Min } Z = 7,9y_1 + 12,4y_2 + 7,9y_3$, os índices correspondem ao somatório do custo de transportes, C_{tjk} , e quantidade de resíduos S_j .

Sujeito a:

$$y_1 = 0$$

$$y_1 = 1$$

$$y_2 = 0$$

$$y_2 = 1$$

$$y_3 = 0$$

$$y_3 = 1$$

O pequeno número de variáveis analisadas no exemplo, apesar do emprego do aplicativo, facilita a resposta. Os resultados indicam que se a decisão for pelo consórcio de empresas, as cidades de Xaxim e Chapecó são as indicadas. Ficando a decisão final por conta da estrutura das duas candidatas.

Grupo 2

$y_{87} + y_{137} + y_{147} + y_{157} + y_{167} + y_{177} + y_{187} = y_1$, processar tudo no local da geradora 7, Taió;

$y_{78} + y_{138} + y_{148} + y_{158} + y_{168} + y_{178} + y_{188} = y_2$, processar tudo no local da geradora 8, Lontras;

$y_{713} + y_{813} + y_{1413} + y_{1513} + y_{1613} + y_{1713} + y_{1813} = y_3$, processar tudo no local da geradora 13, Jaraguá do Sul;

$y_{714} + y_{814} + y_{1314} + y_{1514} + y_{1614} + y_{1714} + y_{1814} = y_4$, processar tudo no local da geradora 14, Timbó-1;

$y_{715} + y_{815} + y_{1315} + y_{1415} + y_{1615} + y_{1715} + y_{1815} = y_5$, processar tudo no local da geradora 15, Timbó-2;

$y_{716} + y_{816} + y_{1316} + y_{1416} + y_{1516} + y_{1716} + y_{1816} = y_6$, processar tudo no local da geradora 16, Pomerode-1;

$y_{717} + y_{817} + y_{1317} + y_{1417} + y_{1517} + y_{1617} + y_{1817} = y_7$, processar tudo no local da geradora 17, Pomerode-2;

$y_{718} + y_{818} + y_{1318} + y_{1418} + y_{1518} + y_{1618} + y_{1718} = y_8$, processar tudo no local da geradora 18, Rio dos Cedros;

As unidades geradoras 14 e 15 são iguais, então consideraremos apenas y_4 , pois as duas também liberam a mesma quantidade de resíduo, $S_{14} = S_{15}$, segundo os dados do quadro 08. O mesmo é válido para as unidades 16 e 17, onde consideraremos apenas y_6 .

y_6 passa a ser y_5 e y_8 passa a ser y_6 , para efeito de apresentação. Onde:

y_4 = processar tudo em 14 ou 15;

y_5 = processar tudo em 16 ou 17;

y_6 = processar tudo em 18.

Então, segundo o C_{tjk} e S_j do problema, pode-se resolver para:

$$\text{Min } Z = 5,76 y_1 + 4,01 y_2 + 6,93 y_3 + 4,55 y_4 + 6,65 y_5 + 5,34 y_6$$

Sujeito a:

$$y_1 = 0$$

$$y_1 = 1$$

$$y_2 = 0$$

$$y_2 = 1$$

$$y_3 = 0$$

$$y_3 = 1$$

$$y_4 = 0$$

$$y_4 = 1$$

$$y_5 = 0$$

$$y_5 = 1$$

$$y_6 = 0$$

$$y_6 = 1$$

Observa-se que a opção y_2 , alocando a unidade de reprocessamento em Lontras, corresponde ao melhor resultado, dentre as examinadas, para este grupo de empresas. Porém, qualquer decisão final deve levar em consideração, ainda, outros fatores, especialmente, disposição da empresa em sediar a unidade e disponibilidade de recursos, tais como pessoal, energia, estradas e outros dados importantes de suporte.

Grupo 3

$y_{129} + y_{219} = y_1$, processar tudo em 9, São Ludgero;

$y_{912} + y_{2112} = y_2$, processar tudo em 12, Sombrio;

$y_{921} + y_{1221} = y_3$, processar tudo em 21, Forquilha.

Colocando os valores do custo de transporte e produção de resíduos, segundo a equação 3, podemos encontrar a solução para:

$$\text{Min } Z = 2,29 y_1 + 2,57 y_2 + 1,96 y_3$$

Sujeito a:

$$y_1 = 0$$

$$y_1 = 1$$

$$y_2 = 0$$

$$y_2 = 1$$

$$y_3 = 0$$

$$y_3 = 1$$

Dos dados simulados, conclui-se que para este grupo de indústrias, a unidade de Forquilha é a indicada como centro de reprocessamento.

Embora o exemplo apresentado não corresponda aos dados reais, foi possível observar a sua aplicação dentro das expectativas do problema. Auxiliando na decisão quanto à melhor opção dentre os sistemas apresentados, quando o objetivo for processar individualmente ou coletivamente os resíduos.

No procedimento, a análise prévia é uma ferramenta acessória ao modelo matemático propriamente dito. O problema resolvido através da análise prévia, tem como principal objetivo reduzir o número de variáveis do problema, o qual em sua origem, segundo o exemplo simulado, apresenta-se com 1050 variáveis, 10 sistemas, cinco faixas de escala e 21 indústrias.

Embora o trabalho com as variáveis tenha sido reduzido, devido às distâncias entre as indústrias, o que forçou a formação de apenas três grupos delas, o procedimento pode ser adotado para outros casos, podendo atingir o número de até 200 variáveis, limite estabelecido pelo emprego do aplicativo LINDO.

O conjunto de dados do exemplo, necessários desde o desenho dos sistemas propostos, e o caminho para reunir um certo número de sistemas a serem comparados, requer uma equipe de trabalho multidisciplinar que conheça o processo do setor em estudo, os processos disponíveis para minimização de resíduos, os parâmetros ambientais a serem atingidos e que disponha de ferramentas para atingir a solução do problema. As indústrias, as instituições de ensino e os órgãos governamentais de fiscalização, isoladamente, possuem seus característicos recursos, mas somente integrados, disponibilizarão esta avalanche de dados e conhecimentos para a solução do problema. Objetivando apresentar esta integração o capítulo 5, procura apresentar um modelo para viabilizar este procedimento no Estado de Santa Catarina.

CAPÍTULO 5

INTEGRAÇÃO ENTRE INDÚSTRIAS, UNIVERSIDADES E GOVERNOS - MODELO PARA A GESTÃO AMBIENTAL

A prática atual dos países em desenvolvimento, sob o ponto de vista genérico, os distancia da eficiência ideal quanto ao processamento e utilização de resíduos que permita atender demandas sem preocupação com o meio ambiente.

Esta realidade é também resultante de uma firme e errônea concepção entre profissionais, de que, resíduos devem ser tratados, atingindo os padrões da Legislação Ambiental e, então, descartados: concepção “end-of-pipe”. Útil como ação final, este conceito deve ser substituído por conceitos de tecnologias limpas, onde procedimentos “end-of-pipe” sejam utilizados dentro do seu próprio significado, a baixos custos, movimentando mínima quantidade de resíduos industriais.

No conceito de tecnologia limpa, ou valorização de matérias-primas e resíduos, os inspetores ambientais são convertidos em “atores sociais” (Boons e Huisingh, 1992), para a melhoria da eficiência dos processos de minimização de resíduos. Eles podem ajudar às indústrias e ao meio ambiente, além de retornarem às suas áreas profissionais específicas, segundo a sua formação. Eles constituem uma classe de químicos, bioquímicos e outros, com um grande potencial intelectual para ser empregado de forma diferente, objetivando a criação e adaptação a tecnologias limpas.

Os resíduos são gerados pelas unidades industriais, conforme se considera no presente trabalho, mas o interesse pela sua minimização é em geral, das indústrias, governos, pesquisadores e população. Sendo assim, qualidade ambiental é um interesse integrado, dessa forma, a ação integrada surge como uma solução para o problema ambiental. A forma como a ação se efetiva e os procedimentos intra e inter grupos de interesse pode, conforme ilustrado no capítulo 4, figura 10, tomar dois sentidos, o da alta ou o da baixa eficiência, deslocar-se para a direita ou esquerda, respectivamente.

No presente trabalho, procura-se reunir procedimentos no sentido da alta eficiência na utilização de sistemas para a minimização de resíduos.

A ação deslocada para a direita, referindo-se à figura 10, requer um árduo trabalho e longo tempo, envolvendo amplo espectro de ação de diversos campos de atividades.

As indústrias investigadas, dentro de sua amostragem, 20 % de cada setor estudado, foram unânimes em afirmar a necessidade de um trabalho integrado. Por outro lado, os órgãos de fiscalização, que constituem no elo entre os outros grupos de interesse e o governo, ainda estão regidos por leis que não permitem o acesso aos dados ambientais do Estado, referentes à emissão de resíduos industriais, aos pesquisadores interessados (anexo D).

Como realizar o procedimento proposto e exemplificado no capítulo 4, reunindo dados indispensáveis à tomada de decisão, sem integrar?

Paralelamente à avalanche de idéias e pesquisas realizadas, existe a necessidade de ferramentas de trabalho, dados numéricos, de procedimentos, de técnicas, de equipamentos disponíveis etc.. Essa realidade só poderá ser atingida com integração.

O método proposto e exemplificado através de simulação no capítulo 4, está baseado no conhecimento dos resíduos dos setores estudados sob o ponto de vista unitário e generalizado, envolvendo caracterização de composição dos resíduos líquidos e sólidos, objetivando minimizá-los e obter produtos com certo valor agregado. Reafirma-se que a técnica poderá ser adotada por outros setores

industriais, sempre partindo da caracterização quali e quantitativa dos resíduos e com colaboração ampla na coleta de dados para a sugestão dos sistemas.

Conceitos e procedimentos de tecnologia limpa são essenciais, sua efetivação poderá ocorrer mediante um árduo trabalho educativo a cada grupo de interesse, envolvendo todos os níveis. Sem essa fase, de educação, o rompimento do processo de utilização de resíduos é evidente.

Considerando que este método está baseado em vários campos que trabalham para o meio ambiente, a educação, desde as ciências básicas até processos e condutas, deverá ser melhorada. É impossível estabelecer sistemas sem dispormos de profissionais com profunda formação básica em química e outras ciências que formam a base das tecnologias para entender, criar, desenvolver e modificar produtos e processos levando à minimização de resíduos.

Cada indústria deverá ser convertida em uma célula limpa com sólido conhecimento sobre tecnologia limpa, conseqüentemente, isto depende de um programa educativo, como base estrutural.

Neste procedimento, a indústria deixa de ser o vilão na equação ambiental. Usando as palavras do Diretor do Conselho de Negócios Internacionais para o Desenvolvimento Sustentável, professor Jan-Olaf Williams (1995)

“As indústrias têm:

A capacidade tecnológica para encontrar soluções

A capacidade de governar e mudar sistemas complexos envolvendo tecnologias

Os recursos financeiros e o acesso ao mercado para implementar novas soluções”

Educação não se constitui em ação unicamente intra-indústria, grupos de indústrias parceiras devem ser estabelecidos resultando em regiões limpas desta ação.

Transparência de informações intra e inter indústrias e outros grupos de interesse, são essenciais para a eficiência do programa. Dados quali e quantitativos sobre os resíduos são indispensáveis ferramentas à minimização e utilização de resíduos.

Atores sociais, conforme definidos por Boons e Huisingh (1992) são necessários a cada indústria, grupo de indústrias, e outros grupos de interesse. Esses atores devem estar devidamente treinados.

No procedimento integrado proposto no presente trabalho, indústria, governo, comunidade e pesquisadores são reunidos em grupos denominados grupos de conhecimento, os quais formam as bases de conhecimento (figura 21), hábeis para visualizar o problema de forma global e estabelecer a estratégia de ação sob o ponto de vista multidisciplinar, segundo os problemas regionais dentro de cada setor. As principais funções destas bases de conhecimento são a melhoria de processos para minimizar resíduos, propor sistemas e melhorar a eficiência de utilização de resíduos, empregando recursos de vários campos do conhecimento e, a integração entre os grupos de interesse, propriamente dita.

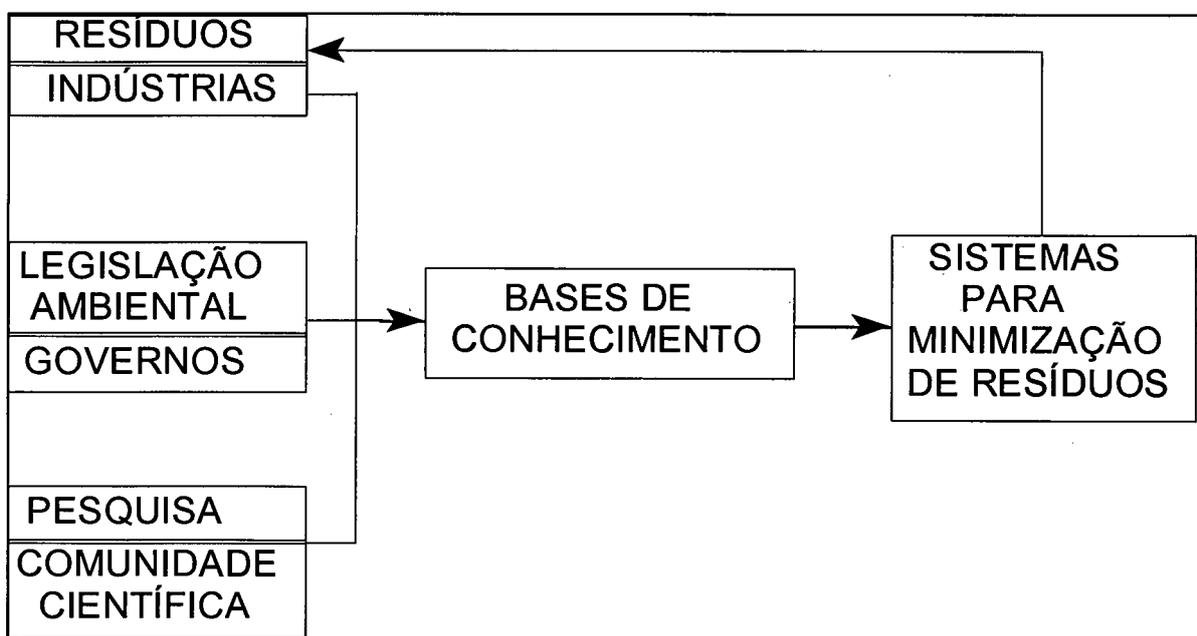


Figura 21 - Geração de sistemas para a minimização de resíduos industriais.

Alta eficiência na utilização de resíduos tem várias barreiras, a principal delas está na propriedade individual. Algumas indústrias utilizam tecnologias para processamento de resíduos e são bem sucedidas. Por competição, não divulgam informação, resultando no emprego continuado de tecnologias "end-of-pipe", por grande parte das indústrias. Esta rede orientada à competitividade deve também

ser trabalhada pelos grupos de conhecimento. Eles devem coordenar um pesado tráfego de informações, tornando acessível as tecnologias entre as diferentes indústrias, conforme ilustrado na figura 22.

O procedimento proposto coloca a responsabilidade sobre o desenvolvimento sustentável nestes focos regionais e setoriais de trabalho, assumidos pelas bases de conhecimento. Dessa forma, procura-se resolver o problema do setorial para o global. Portanto, a qualidade do trabalho das bases de conhecimento está diretamente relacionada com a qualidade ambiental. Produção é possível, mantendo qualidade ambiental, dentro deste procedimento.

De acordo com Williams (1995), novas técnicas e conhecimento científico permitirão à indústria produzir e distribuir de forma mais eficiente, usando menos recursos, produzindo menos resíduos, melhorando o que chamamos de eco-eficiência.

Porém, este procedimento vem sendo adotado isoladamente e, com sucesso, por várias indústrias. O que o trabalho coloca é a necessidade de todas as indústrias

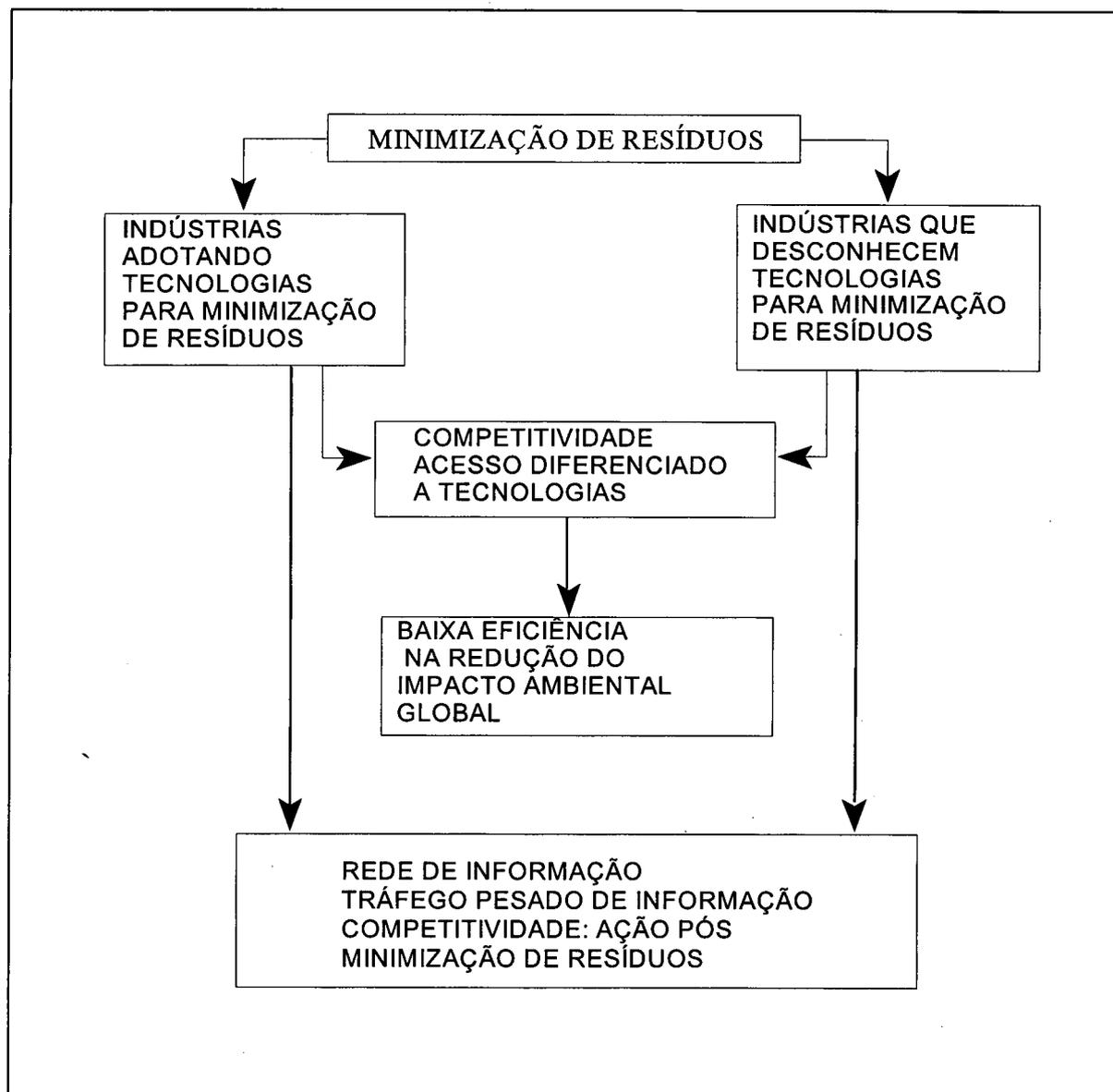


Figura 22 - Ação para o uso efetivo de tecnologias para a minimização de resíduos.

adotarem estes procedimentos, o que só será possível quando as pontes entre os grupos de interesse, ilustradas na figura 23, estiverem devidamente solidificadas através do trabalho integrado.

O fortalecimento da relação entre indústria, governos e comunidade científica está sendo considerada no presente trabalho como o único caminho para a redução dos resíduos industriais. Dessa forma, nas pontes desenhadas na figura 22, o fortalecimento da linha horizontal, tende a anular ou minimizar a presença da vertical. Resíduos e problemas inexistem quando as energias estão dirigidas para a total valorização das matérias-primas e otimização de processos.

A figura 24 é complementar à 23 e ilustra a ação efetiva para a utilização de sistemas para a redução de resíduos.

Resgatando os dados apresentados em conferência na Ecotecnológica 97, pelo Sr. Maurício Reis, membro da ISO Technical Commission, ABNT, GANA (Grupo de apoio à Normatização ambiental), quando se trata de opinião para as decisões em gestão ambiental, a comunidade científica lidera em confiabilidade, seguida pelos ambientalistas e demais segmentos de interesse. Tal fato vem comprovar a função dos cientistas como um elo entre as indústrias, os órgãos oficiais de fiscalização ambiental e a população, a caminho de boas práticas de tecnologias limpas pela sociedade, especialmente o segmento industrial.

Comunidades científicas, indústrias e governos são comuns a todas as regiões do globo, bem como, há uma generalizada necessidade de decisões para melhorar a ação desses grupos no sentido da qualidade ambiental. Universidades, institutos e centros de pesquisa poderão guiar as bases de conhecimento, destas bases, com a ajuda de indústrias e governos, podem fluir sistemas para minimização e processamento de resíduos, apropriados a cada caso.

Embora este procedimento esteja caminhando para esta realidade dentre a maioria dos países desenvolvidos, ele é ainda incomum nos países em desenvolvimento. Partindo deste fato, nós podemos concordar com diversos autores que dizem que a poluição decresce quando aumenta o desenvolvimento (Selden, 1994; Shafik, 1994). Complementa-se considerando que este efeito do desenvolvimento sobre a poluição pode ser ainda mais significativo quando setores específicos trabalham em conjunto, através de uma intensiva comunicação e troca de experiências sobre processamento e minimização de resíduos.

Quanto à reação dos empresários ao sistema de integração proposto, 100 % das empresas consultadas colocam a falta de trabalho integrado como o principal e grande entrave para a solução dos problemas ambientais dentro dos seus setores.

Dentre os grupos de interesse, a indústria é a mais familiarizada com o problema dos resíduos que gera. Considerando esta estreita relação, como fonte de dados e pessoal para análise dos problemas de cada setor regional, juntamente

com a comunidade científica e os inspetores ambientais do governo, a ação das bases de conhecimento seria facilitada pelo potencial intelectual, alicerçada por dados advindos diretamente dos grupos de interesse.

Segundo o ilustrado na figura 24, os dados são passados às bases de conhecimento e processados para a criação de sistemas para minimização e utilização de resíduos, utilizando experiências próprias e adquiridas através de redes de comunicação de alcance nacional e internacional.

As bases de conhecimento devem ser estabelecidas como grupos dinâmicos de trabalho atendendo às necessidades regionais. Adicionalmente, as bases de conhecimento devem envolver times multidisciplinares e multiinstitucionais, estudando cada problema e apresentando todas as possíveis soluções aos tomadores de decisão. O grupo deve ter como características a sensibilidade. Conhecer os resíduos constitui-se em primeiro passo para sugerir o seu uso. Navegar pelas experiências existentes ou fazer novas experiências levando à adaptação a realidade polidimensional é o segundo passo. Profissionais integrantes deste time, provenientes das universidades, indústrias ou governos, devem ter familiaridade com o problema e compreender o seu aspecto multidisciplinar.

Cada base de conhecimento estabelecida ajuda a um grupo de indústrias de determinada região e tem intenso contato com uma unidade denominada Núcleo das Bases de Conhecimento, constituído por uma instituição com tradicional e representativa estrutura para pesquisa, ensino e extensão, a qual será o nó da rede denominada Rede de Apoio a Minimização de Resíduos Industriais (SNIWM). Esta rede permitirá uma permeação de informações entre indústrias, bases de conhecimento, núcleo das bases de conhecimento, estados, regiões e países, segundo o ilustrado na figura 25.

“ Considerando as características da estrutura do Núcleo das Bases de Conhecimento, a UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, é a instituição melhor estruturada do Estado e a melhor candidata a sediá-lo. Associada à estrutura acadêmica existe a necessidade de um árduo e solidificado trabalho no

campo da comunicação e informação requerido para a efetivação do procedimento proposto, o que já é realidade na UFSC.

A rede a ser estabelecida tem por finalidade difundir conceitos e procedimentos de tecnologia limpa às indústrias do Estado de Santa Catarina. Tecer sadiamente esta rede só será possível com base educativa, por isso, a UFSC é sugerida como núcleo. O Estado também possui como característica, a existência de universidades regionais, pesquisadores das regiões em estudo, fariam parte das bases de conhecimento, contribuindo para o caráter integrador do processo. A integração das partes constituintes da rede é essencial para a eficiência na transferência de conhecimentos e técnicas de interesse para cada caso, indústria ou grupo de indústrias. Portanto, a ação dos constituintes das bases de conhecimento é um ponto crítico.

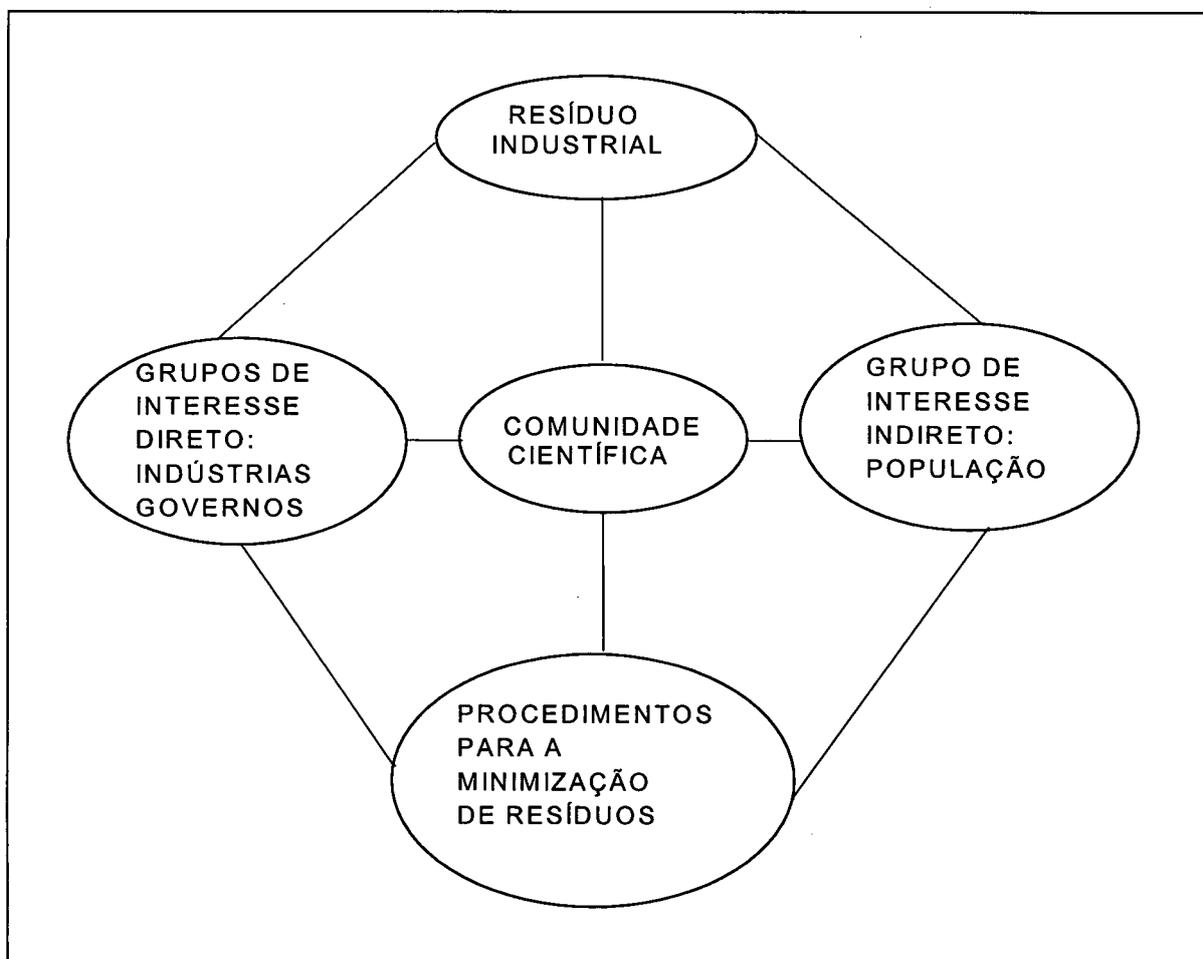


Figura 23 – Pontes de interesse nos procedimentos para a minimização de resíduos.

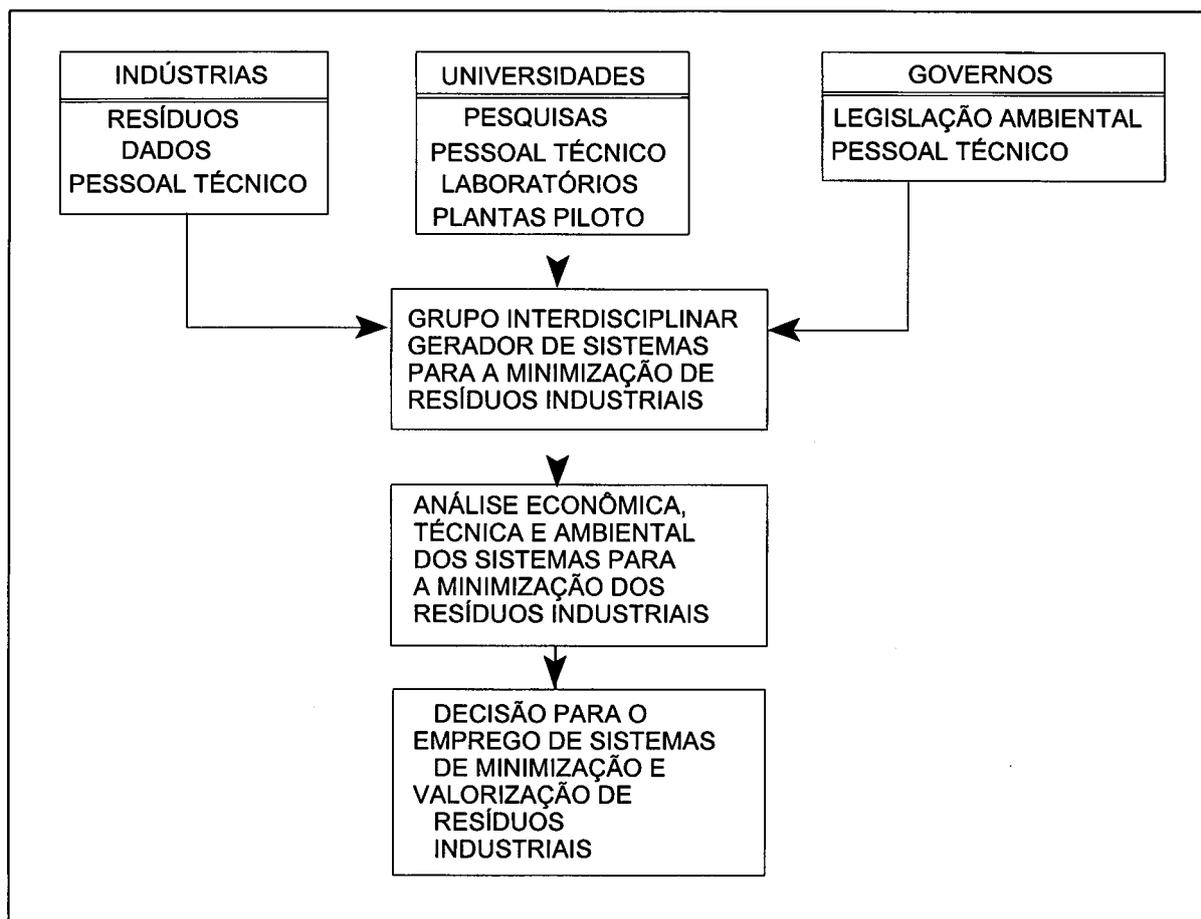


Figura 24– Ações para a utilização de sistemas de minimização e valorização de resíduos industriais.

Os participantes das bases de conhecimento deverão buscar os seguintes objetivos:

- conhecer cada indústria, localização e sua atual concepção sobre resíduos, seguindo a classificação proposta no presente trabalho, capítulo 4, figura14;

- conhecer a realidade das indústrias envolvidas, desde processamento das matérias-primas até resíduos;

- trabalhar dados das indústrias, a partir de experiências particulares e referências propondo processos de minimização de resíduos, dentro da realidade do setor e da região em estudo;

modelar as soluções possíveis, comparando-as quanto ao benefício ambiental e econômico, incluindo cenários, a serem apresentadas aos tomadores

de decisão, a exemplo do que foi ilustrado no capítulo 4, reunindo os sistemas propostos e comparando-os através do método de seleção prévia.

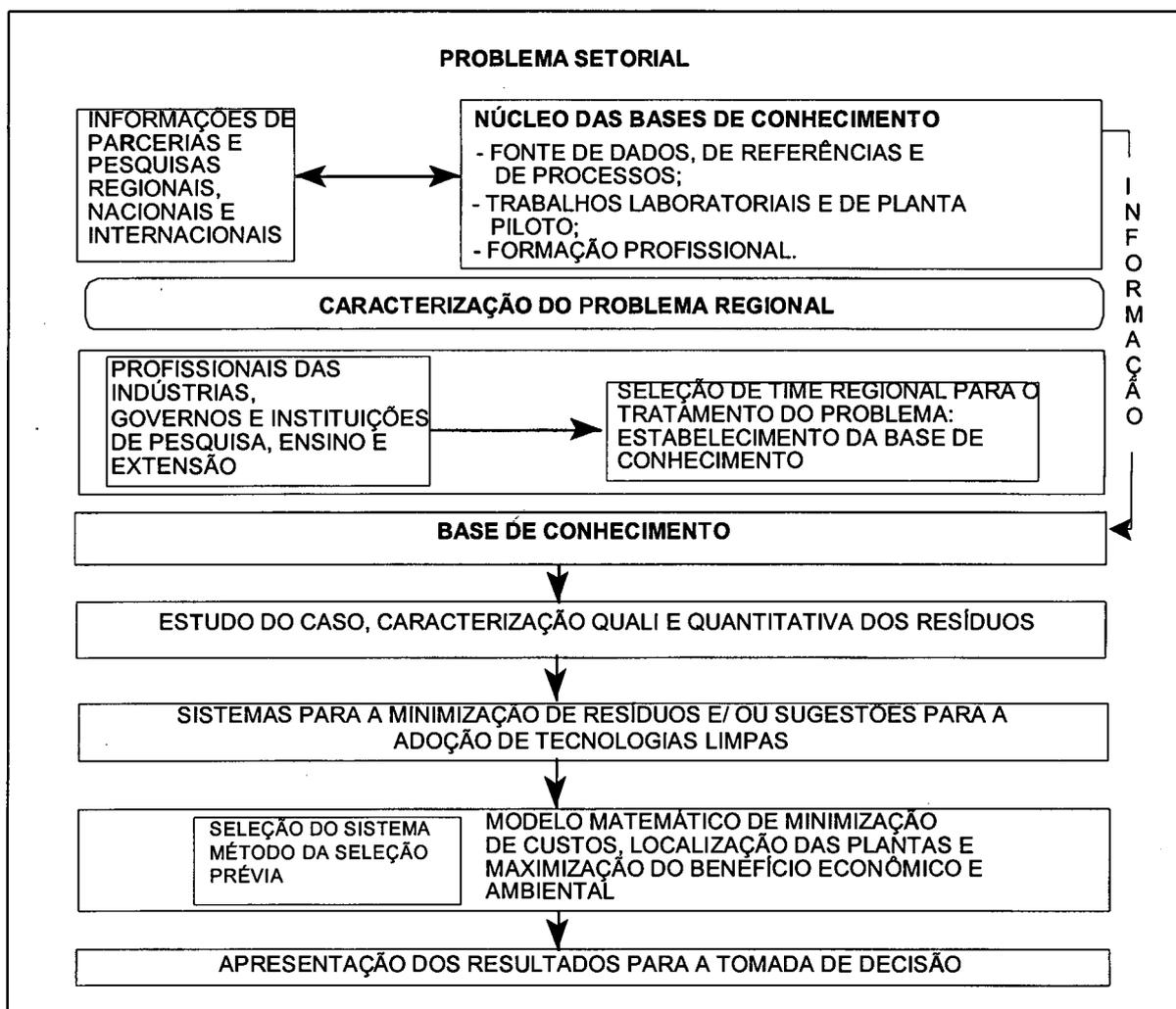


Figura 25 - Rede para a minimização de resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias do Estado de Santa Catarina.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Segundo o panorama apresentado nas figuras 10, 11 e 12, as tarefas dos atores sociais, dos grupos de interesse, especialmente, indústrias, governos e instituições de ensino, pesquisa e extensão, no sentido de implantar os conceitos e procedimentos de tecnologias limpas e obter resultados efetivos, integrando-se profundamente em suas ações, são tarefas árduas, especialmente para os países em desenvolvimento.

Por outro lado, devido a esta reduzida integração e à necessidade de medidas que minimizem a geração de resíduos, as indústrias têm contado com as empresas ambientais. Um negócio que movimenta o quinto maior PIB, a nível internacional (Ecotecnológica 97 - Maurício dos Reis).

A adoção de tecnologias corretivas, “end-of-pipe”, é o perfil generalizado para as tradicionais empresas ambientais, o tratamento de resíduos tem sido o seu principal alvo. São necessários altos investimentos para assegurar a emissão de efluentes segundo os padrões da Legislação Ambiental. Esta foi a realidade verificada junto às empresas dos setores estudados e também a nível internacional, mesmo nos países desenvolvidos. Apesar dos emergentes conceitos de tecnologias limpas, principalmente com a criação das Normas ISO 14000, continuam fortes, a nível internacional, os tratamentos de resíduos como solução para o problema ambiental.

As respostas aos questionários confirmaram a revelação apresentada no capítulo 3, de que há uma sensível diferença entre os procedimentos adotados

pelas indústrias de aves e suínos com as de pescados e amido de mandioca. Apesar disso, os quatro setores estudados utilizam tecnologias “end-of-pipe” e os projetos de licenciamento ambiental foram, de maneira geral, desenhados por consultores contratados. Nos poucos casos onde os projetos foram feitos por profissionais da própria indústria, assessorados por técnicos dos órgãos fiscalizadores do governo e/ou universidades, melhorias adicionais foram observadas.

Os procedimentos normatizados pela ISO 14000, sugerem a adoção de novos conceitos de práticas preventivas e procedimentos de tecnologias limpas. Dentro desta concepção a utilização de processos convencionais, “end-of-pipe”, quando necessários, deverão movimentar quantidades minimizadas de resíduos.

Considerando a evidência da necessidade de mudanças nos procedimentos para a solução dos problemas ambientais, é possível prever que novas empresas ambientais, agora embasadas em conhecimento de processos, matérias-primas e produtos, estejam emergindo.

Os procedimentos adotados pelas novas indústrias ambientais estão baseados no conhecimento das matérias-primas e nos “trabalhos” aos quais estas estão submetidas, dos homens às máquinas. A qualidade do “trabalho” em si, é o alvo. Tendo em vista o objetivo, qualidade ambiental, está prevista uma fusão entre os procedimentos a caminho das ISO 9000 e 14000.

A figura 26 apresenta uma ilustração das estratégias para a qualidade ambiental, enfocando a tradicional empresa ambiental, o trabalho integrado e a nova empresa ambiental, traçando um paralelo quanto aos efeitos ambientais, sociais e econômicos.

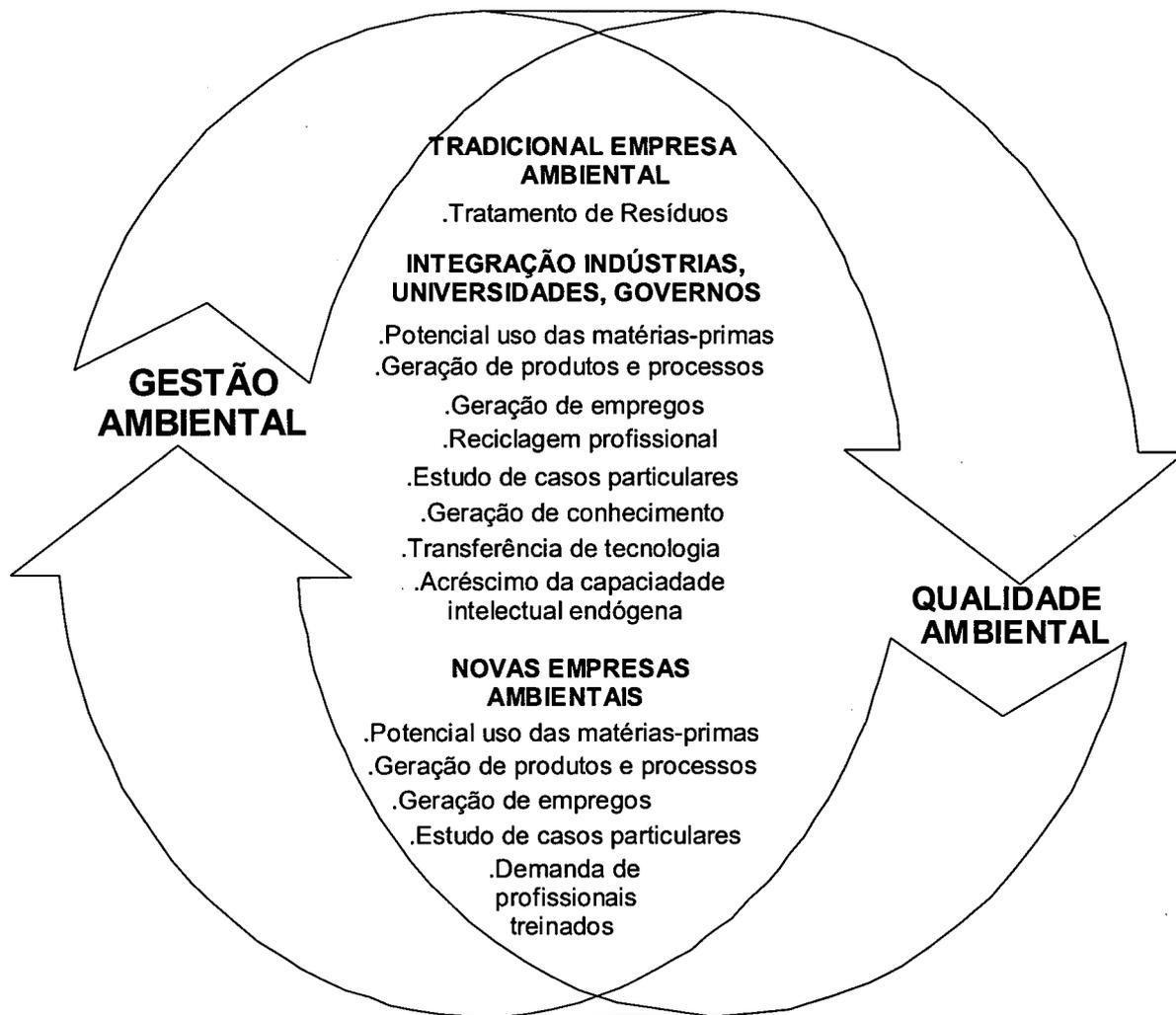


Figura 26 - Procedimentos para a qualidade ambiental, das tradicionais às novas empresas ambientais.

Tanto o trabalho integrado quanto a ação das novas empresas ambientais atingem o problema da disposição e adaptação de tecnologias e disponibilidade de recursos para transferência de tecnologias aos setores que dela efetivamente necessitam, para que os trabalhos realizados apresentem resultados na qualidade ambiental.

O âmago da questão global sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável está na eficiência com que os processos tecnológicos existentes são aproveitados pelos geradores de resíduos.

Nada será válido ou efetivo, desde as reuniões que antecederam Estocolmo até as Rio + 5 ..., enquanto o global não estiver preenchido com o

conhecimento sólido de casos de regiões particulares, congregando as experiências de outras regiões e de outros particulares, catalizando a solidificação de uma melhoria ambiental que se necessita global.

A fraqueza da globalização provém de metas sem prescrição de procedimentos apropriados. Seu fortalecimento ocorrerá pelas redes de intercâmbio de conhecimentos que levam às metas.

A permeação de experiências forma um fluido canal de progresso, de geração de empregos, de redução da pobreza, contribuindo para a sustentabilidade em todas as suas dimensões, do tecnológico para o social.

A observar pelos exemplos adotados na sugestão dos sistemas para o processamento de resíduos das indústrias de aves, suínos, pescados e fecularias, os quais serviram para demonstrar uma pequena parcela das inúmeras opções de trabalhos nestes setores, novos processos visando a minimização de resíduos, poderão, em alguns casos, depender de tecnologias não convencionais, cujo processo tenha sido desenvolvido em plantas piloto, necessitando por isso de certas mudanças nos sistemas de financiamento.

Linhas de crédito especiais deverão ser estabelecidas. Embora a FINEP já tenha anunciado sua adoção a este procedimento, há um longo caminho até que oficiais agentes financiadores estejam adaptados a esta realidade, concorrendo para significativas melhorias. Muitos projetos de pesquisa de rara importância para a qualidade ambiental são descartados por desconhecimento técnico dos analistas financeiros.

Disciplinas das diferentes áreas de ensino deverão ser adaptadas, enfocando o valor das matérias-primas e de tecnologias limpas, instigando a profundidade de conhecimento indispensável à criatividade na formação do profissional de valor para a qualidade ambiental.

Intensivo incentivo às pesquisas geradas a partir de problemas da realidade regional, tem efeito direto sobre a qualidade ambiental regional. Projetos de pesquisa envolvendo melhorias de processos e/ou novos produtos para a maximização do uso potencial das matérias-primas, em todos os níveis, da

iniciação científica, mestrado e doutorado devem ser incentivados, contribuindo dia-a-dia para a estruturação da capacidade intelectual endógena.

As indústrias, adicionalmente às de alimentos, aqui estudadas, apesar da ampla disponibilidade de trabalhos publicados sobre utilização e minimização de resíduos, necessitam ser atendidas com trabalhos adequados à sua realidade pois elas têm suprido as necessidades sociais quanto às comodidades e empregos e, necessitam ser assessoradas para produzir dentro da sustentabilidade, concorrendo para a efetiva melhoria da qualidade ambiental. Os demais segmentos sociais devem entender que, na maioria dos casos, a principal causa de práticas inadequadas pelo setor industrial advém da falta de conhecimento, dentro das próprias indústrias e dos setores que as assessoram.

A implantação de técnicas de gestão ambiental sensíveis à realidade industrial e regional impõe uma cadeia de mudanças comportamentais dentro de todos os grupos de interesse, culminando também com a necessidade de leis ambientais condizentes com o caráter integrador da ação empreendida, prevendo a permeação de experiências e a necessidade de realizar experiências intra e entre os envolvidos, adotando novas e adequadas metodologias, parâmetros e limites de controle ambiental.

A proposição metodológica do presente trabalho, embora aplicada somente a alguns setores da indústria de alimentos, teve como meta, oferecer uma contribuição para a sustentabilidade. A qual tem sido conduzida de forma global.

A metodologia e o modelo propostos, procuraram atingir um amplo espectro de finalidades, as quais passaremos a enumerar:

1 - Converter a unidade de tratamento de resíduos em uma unidade de processamento de resíduos, valorizando-os como matérias-primas;

2 - Incentivar a criação e adaptação de novos processos, não convencionais, para a utilização de resíduos;

3 - Incentivar um “repensar”, com respeito as potencialidades das matérias-primas, intensificando estudos sobre sua composição e propriedades;



1,19
100g

Monte seu paste!!!!
escolha o recheio e o tamanho

Quer outra opção?
Monte seu sandubão no melhor
pão de baguete e também sua pizza!!!

Buffet com + de 16 tipos de recheios!

PASTÉIS PRONTOS PARA TELE ENTREGA:

3,20
unid.

Bolonhesa (carne, mussarela, ovo, azeitona)

Frango (frango refogado, mussarela, milho)

Frango Catu (frango, catupiry, orégano, ervilha)

Portuguesa (presunto, mussarela, ovo, cebola)

Calabreza (calabreza, mussarela, molho refogado)

Bacon (bacon, mussarela, azeitona)

Palmito (palmito, catupiry / mussarela)

Presunto (presunto, mussarela, orégano)

Vegetariano (brócolis, ricota, cenoura)

Chocolate (chocolate, mussarela)

Banana (banana, açúcar, canela, mussarela)

11,90

4,00

PIZZAS E BAGUETES: escolha 4 recheios e invente seu sabor!

maionese

patê de frango

presunto

atum

cebola

canela

palmito

alface

frango

provolone

açúcar

azeitona

milho

calabreza

salame

banana

bacon

brócolis

queijo

chocolate

mussarela

orégano

catupiry

ervilha

tomate

salsinha

Tele-entrega: 232-0332

4 - Lembrar que processos podem ser otimizados, gerando menos resíduos;

5 - Oferecer ferramenta metodológica acessível aos grupos profissionais que efetivamente atuam ligados ao meio ambiente. O modelo proposto é simplificado pelo procedimento da seleção prévia e, posteriormente, um reduzido número de variáveis são trabalhados, sendo o problema resolvido por programação linear, o que o torna de fácil utilização.

6 - Demonstrar, através de exemplo simulado, que existe como trabalhar, utilizando-se de recursos operacionais simples, com os dados disponíveis na indústria, nos licenciamentos ambientais dos fiscalizadores ambientais do governo e nas pesquisas científicas, no sentido de criar novos caminhos para a solução do problema ambiental.

7 - Mostrar que dentro das características da metodologia proposta, surge uma nova oportunidade de negócios, as chamadas Novas Empresas Ambientais. As quais serão hábeis para congregar a multidisciplinaridade e a multisetorização na resolução dos problemas.

8 - Mostrar que a formação de profissionais habilitados com esta ênfase faz-se necessária. O que prescinde a adaptação das pesquisas científicas e das disciplinas à esta tendência.

9 - Apresentar o modelo integrado de trabalho entre as indústrias, universidades e governos, como importante forma de inter auxílio, concorrendo para a melhoria da qualidade do trabalho de cada um, bem como para a maior canalização de soluções que beneficiem efetivamente o meio ambiente.

10 - Firmar o propósito de que os trabalhos que concorrem para a melhoria da qualidade ambiental, devem ser alicerçados na força do conhecimento, pois sempre existirá uma solução técnica para a minimização de resíduos e para a valorização de matérias-primas, tornando procedimento normal a produção industrial, atendendo às crescentes demandas, preservando o meio ambiente.

Adicionalmente, o modelo metodológico proposto, poderá servir como base para a criação de sistema especialista, em trabalhos posteriores. Tal procedimento,

desde que bem estruturado, viria a facilitar tanto a tarefa dos tomadores de decisão quanto a dos atores sociais.

O presente trabalho, sob o conceito de tecnologias limpas, caracteristicamente adotadas a longo prazo, procurou oferecer através destas proposições metodológicas, alguma contribuição para que as gerações a partir do século XXI, tenham a oportunidade de conviver com a efetiva reversão do atual quadro ambiental global e, estejam treinadas para contribuir para isto, de forma normal e rotineira.

ANEXOS

ANEXO A

QUESTIONÁRIO SOBRE A INTEGRAÇÃO INDÚSTRIA, UNIVERSIDADES E ÓRGÃOS DE FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL NO ESTADO DE SANTA CATARINA.

INTEGRAR CONHECIMENTO, EXPERIÊNCIAS E DEVERES A CAMINHO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

(1) Qual dos órgãos de fiscalização ambiental listados abaixo tem visitado sua indústria em ordem crescente de frequência?

FATMA

IBAMA

SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE DA ESTRUTURA

(2) Você se sente protegido ou auxiliado com a ação desses órgãos?

sim

não

(3) Você já foi multado por emissão irregular de resíduos?

sim

não

(4) Quem fez o licenciamento ambiental de sua empresa?

técnicos da empresa

consultores contratados

profissionais ligados às instituições de pesquisa e ensino

profissionais ligados aos órgãos de fiscalização

(5) A empresa tem noção precisa da quantidade de resíduos sólidos e líquidos liberados?

sim

não

(6) Se a resposta foi sim, por favor complete:

Resíduos líquidos.....m³/dia

Resíduos sólidos.....ton/dia

(7) A empresa conhece a composição dos resíduos liberados?

sim

não

(8) Se a resposta foi sim, descreva sobre a composição dos resíduos liberados, incluindo parâmetros ambientais disponíveis.

(9) Qual a opinião da empresa sobre valorização de resíduos?

material de partida para outros produtos processados na própria empresa

material de partida para outros produtos processados por outras empresas

não vale a pena aproveitar, prefere o tratamento convencional

(10) Qual é o procedimento pela empresa para atingir os padrões exigidos pela Legislação Ambiental?

(11) Qual é a eficiência média no seu processo de tratamento de resíduos?

abaixo de 60%

entre 60 e 80%

acima de 80%

(12) Quanto custa para empresa tratar os seus resíduos?

(13) Vocês estão satisfeitos com a técnica adotada?

sim

não

(14) Vocês teriam interesse em analisar o processo visando a redução dos resíduos?

sim

não

(15) Como está procedendo a empresa à caminho da ISO 14 000?

(16) As universidades e seus pesquisadores poderiam ajudá-los no sentido de reduzir os resíduos gerados e/ou sugerir sua valorização?

sim

não

(17) Vocês seriam aliados a outras empresas na troca de experiências sobre valorização e redução de resíduos?

sim

não

(18) Se a resposta da questão 17 foi sim, como ficaria a concorrência com esta parceria quanto à solução para os problemas de meio ambiente?

(19) Os órgãos de fiscalização governamentais possuem dados sobre os resíduos industriais em seus documentos de licenciamento ambiental, sua empresa concordaria com que estes documentos servissem como fontes de dados para os pesquisadores no sentido de reduzirmos o caminho em direção à utilização e redução de resíduos, mantendo o sigilo ético?

sim

não

(20) Qual a sua opinião sobre um trabalho conjunto entre as indústrias, órgãos de fiscalização ambiental e pesquisadores, no sentido de estudarmos setor por setor a questão ambiental?

ANEXO B

TABELA 24

PRODUÇÃO INDUSTRIAL DESEMBARCADA POR MES NO ANO DE 1991 (kg)
TOTAL DO ANO DE 1991 - SANTA CATARINA

ESPÉCIES	M E S E S						TOTAL
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	1 SEMESTRE
ABROTEA	12633	8587	11450	21754	27205	43051	124680
AGULEAO	994	-	1715	426	440	-	3575
ALBACORA BRANCA	691	-	-	-	-	-	691
ALBACORA LAGE	45092	11371	77024	48000	37548	37582	256617
BAGRE	5911	7532	6506	6556	11932	8808	47245
BAGRE URUTU	-	-	-	-	-	20	20
BATATA	-	20	-	-	375	-	395
BONITO CACHORRO	3851	584	23521	7815	99	291	36161
BONITO LISTRADO	1537827	2939863	2576570	2365243	1541905	1414826	12376234
CABRA	21056	34954	16540	28460	18861	20888	140759
CAÇÃO ANEQUIM	126	-	1469	621	1193	-	3409
CAÇÃO ANJO	10085	39423	12241	180	29875	18965	110769
CAÇÃO AZUL	35	-	146	60	1470	-	1711
CAÇÃO BICO DOCE	-	-	-	-	3956	2100	6056
CAÇÃO CABEÇA CHATA	772	-	-	3598	3040	163	7573
CAÇÃO FRANGO	5268	709	5588	1455	4188	243	17451
CAÇÃO GALHA PRETA	1848	3265	3108	-	3240	-	11461
CAÇÃO GALHUDO	-	281	-	-	-	-	281
CAÇÃO MANGONA	1187	660	296	173	3228	-	5544
CAÇÃO MARTELO	2838	592	19801	150	2975	506	26862
CAÇÃO ROLIÇO	80	100	-	-	-	-	180
CAÇÕES	35767	41349	93544	83105	44051	41252	339068
CAÇONETE	5700	9164	12900	14709	7780	15140	65393
CAMARÃO BARRA-RUCA	110292	111233	--	-	-	-	221525
CAMARÃO BRANCO	45	571	-	-	12622	8501	21739
CAMARÃO PITU	-	-	-	-	53	80	133
CAMARÃO ROSA	18427	11727	-	-	17782	52360	100296
CAMARÃO SANTANA	23440	-	-	--	-	-	23440
CAMARÃO SETE BARBAS	106594	110665	-	-	108636	73922	399817
CASTANHA	15938	25323	26600	16100	66561	36659	187181
CAVALINHA	-	-	-	-	40	-	40
CHICHARRO	-	-	5103	67325	97185	560	170173
CORVINA	223246	144857	177191	149129	173711	161499	1029633
DOURADO	2785	5477	22242	17195	5343	3033	56075
EMPLASTRO	1310	1100	4980	2833	3064	5489	18776
ENCHOVA	430	4120	3780	7060	69003	160250	244643
GOETE	98353	68097	81640	15380	17779	26230	307479
LÍNGUADO	11033	15085	4154	3382	20535	14587	68776
LULA	105983	104308	148175	40815	2933	2034	404248
MIRAGUAIA	-	-	-	-	4690	-	4690
NAMORADO	-	-	-	-	379	320	699
OLHETE	-	-	-	-	31249	-	31249
PALOMBETA	-	440	2700	296878	57420	-	357438
PAPA TERRA	24340	37403	28690	22520	25771	30400	169124
PESCADA	-	46570	35360	29180	280	12120	123510
PESCADA BICUDA	-	-	235	120	1060	-	1415
PESCADA BRANCA	-	-	170	-	458	-	628
PESCADA CAMBUÇU	-	-	-	-	16	-	16
PESCADA OLHUDA	10676	20926	23300	34650	118712	102090	310354

ESPÉCIES	M E S E S						TOTAL
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	1 SEMESTRE
PESCADINHA REAL	101875	82027	155550	119570	103463	89051	651536
POLVO	3579	3089	418	57	447	702	8292
RAIA	30595	28654	17324	29396	27748	18693	152410
RAIA VIOLA	4580	5086	7310	4920	1649	4980	28525
SARDINHA	-	-	1832099	1301816	5591018	367875	9092808
SARDINHA CASCUDA	-	-	57287	1680	112650	-	171617
SARDINHA LAGE	-	-	194392	361152	585041	-	1140585
TAINHA	-	-	-	5939	139896	685812	831647
VIEIRA	-	-	-	-	-	-	-
OUTROS	367288	726940	752103	690445	633039	663559	383374
TOTAL POR MÊS	2952570	4652152	6443222	5799847	9773594	4124641	33746026

FONTE: CONTROLE DE DESEMBARQUES - IBAMA

ANEXO C

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E DO MEIO AMBIENTE-
SEDUMA
FUNDAÇÃO DE AMPARO A TECNOLOGIA E AO MEIO AMBIENTE-FATMA
ASSESSORIA JURÍDICA

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BÁSICA

- LEI N. 5.793 de 15 de outubro de 1980.
Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências

- DECRETO N. 14.250 de 05 de junho de 1981.
Regulamenta dispositivos da Lei n. 5.793 de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental

Florianópolis, setembro de 1989

III - fenóis até 1 mg/l;

IV- OD superior a 0,5 mg/l em qualquer amostra.

Art. 15 - No caso das águas da Classe 4 possuírem índices de coliformes superiores aos valores máximos estabelecidos para a Classe 3, elas poderão ser utilizadas, para abastecimento público, somente se métodos especiais de tratamento forem utilizados, a fim de garantir a sua potabilização.

Art. 16 - No caso das águas de Classe 4 serem utilizadas para abastecimento público, aplicam-se os mesmos limites de concentração, para substâncias potencialmente prejudiciais, estabelecidos para as Classes 2 e 5.

Art. 17 - Os limites de DBC, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstrar que os teores mínimos e OB, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.

Art. 18 - Para efeitos deste Regulamento, consideram-se “virtualmente ausentes” teores desprezíveis de poluentes, cabendo, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

Subseção IV

Dos Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos

Art. 19 - Os efluentes somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e a beira-mar desde que obedeçam as seguintes condições:

I - pH entre 6,0 a 9,0;

II - temperatura inferior a 40° C;

III - materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l em testes de 1 hora em “Cone Imhoff”;

IV - ausência de materiais sedimentáveis em testes de 1 hora em “Cone Imhoff” para lançamentos em lagos cuja velocidade de circulação seja praticamente nula;

V - os lançamentos subaquáticos em mar aberto, onde se possa assegurar o transporte e dispersão dos sólidos, o limite para materiais sedimentáveis

será fixado em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado;

VI - ausência de materiais flutuantes visíveis;

VII - concentrações máximas dos seguintes parâmetros, além de outros a serem estabelecidos:

a) óleos minerais	20,0 mg/1
b) óleos vegetais e gorduras animais	30,0 mg/1
c) cromo hexavalente	0,1 mg/1
d) Cromo total	5,0 mg/1
e) Cobre total	0,5 mg/1
f) Cádmio total	0,1 mg/1
g) Mercúrio total	0,005 mg/1
h) Níquel total	1,0 mg/1
i) Chumbo total	0,5 mg/1
j) Zinco total	1,0 mg/1
k) Arsênio total	0,1 mg/1
l) Prata total	0,02 mg/1
m) Bário total	5,0 mg/1
n) Selênio total	0,02 mg/1
o) Boro total	5,0 mg/1
p) Estanho	4,0 mg/1
q) Ferro +2 solúvel	15,0 mg/1
r) Manganês +2 solúvel	1,0 mg/1
s) Cianetos	0,2 mg/1
t) Fenóis	0,2 mg/1
u) Sulfetos	1,0 mg/1
v) Fluoretos	10,0 mg/1
w) Substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno	2,0 mg/1
x) Compostos organofosforados e carbamatos	0,1 mg/1
y) Sulfato de carbono, tricloro, etileno, clorofórmio tetracloro de carbono, dicloro etileno	1,0 mg/1
z) Outros compostos organoclorados	0,05 mg/1

VIII - nos lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, serão observados os limites máximos para as seguintes substâncias:

a) Fósforo total	1,0 mg/1
------------------	----------

b) Nitrogênio total	10,0 mg/1
c) Ferro total	15,00 mg/1

IX - tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejo infectados com microorganismos patogênicos, e forem lançados em águas destinadas à recreação primária e à irrigação, qualquer que seja o índice coliforme inicial;

X - A fim de atender os padrões de qualidade previstos para o corpo de água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis;

XI - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

XII - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;

XIII - a forma de lançamento contínuo de 24/hs com variação máxima de vazão de 50% de vazão horária média;

XIV - DBC 5 dias no máximo de 60 mg/1 (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de água residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBC 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

XV - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

Seção II

Da Proteção do Solo e do Controle dos Resíduos Sólidos

Art.20 - é proibido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da matéria, desde que causam degradação de qualidade ambiental, na forma estabelecida no artigo 3.

Art. 21 - O solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular.

Parágrafo 1 - Quando a disposição final, mencionada neste artigo, exigir a execução de aterros sanitários, deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção das águas superficiais e subterrâneas, obedecendo-se normas a serem expedidas.

Parágrafo 2 - O lixo "in natura" não ser utilizado na agricultura ou para a alimentação de animais.

Art. 22 - os resíduos de qualquer natureza, portadores de patogênicos ou de alta toxicidade, bem como inflamáveis, explosivos, radiotativos e outros prejudiciais, deverão sofrer, antes de sua disposição final no, solo, tratamento e/ou acondicionamento adequados fixados em projetos específicos, que atendam os requisitos de proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Parágrafo 1 - Os resíduos de hospitais, clínicas médicas, laboratórios de análise, bem como de órgão de pesquisa e congêneres, portadores de patogenicidade, deverão ser incinerados em instalações que mantenham alta temperatura para evitar mau odor e perigo de contaminação. A emissão final deverá obedecer aos padrões estabelecidos neste regulamento.

Parágrafo 2 - São excluídos da obrigatoriedade de incineração os resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos e submetidos a processo de esterilização por radiações ionizantes, em instalações licenciadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Parágrafo 3 - Os resíduos provenientes do tratamento de enfermidades infectocontagiosas, bem como os animais mortos que tenham sido usados para experiência, deverão ser coletados separadamente dos demais resíduos a incinerados imediatamente, ou acondicionados em recipientes adequados, até a sua posterior incineração.

Parágrafo 4 - Os resíduos de produtos químicos ou farmacêuticos e reativos biológicos, bem como de material incombustível (vidro, metal), quando não puderem ser incinerados, por serem explosivos ou emitirem gases venenosos, ou por qualquer outro motivo, deverão ser neutralizados e/ou esterilizados, antes de lhe ser dada a destinação final.

Art. 23 - Somente será tolerada a acumulação temporária de resíduos de qualquer natureza, desde que não ofereça risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Art. 24 - O tratamento, quando for o caso, o transporte e a disposição de resíduos de qualquer natureza de estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços quando não forem de responsabilidade do Município, deverão ser feitos pela própria empresa e as suas custas

Parágrafo 1 - A execução, pelo município, dos serviços mencionados neste artigo, não exime a responsabilidade da empresa, quanto a eventual transgressão de dispositivos deste Regulamento.

Parágrafo 2 - O disposto neste artigo aplica-se, também, aos lados digeridos ou não de sistemas de tratamento de resíduos e de outros materiais.

Seção III

Da Proteção Atmosférica

Subseção I

Das Proibições e Exigências

Art. 25 - É proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos, líquidos ou de qualquer outro material combustível, desde que cause degradação da qualidade ambiental, na forma estabelecida no artigo 3.

Art. 26 - É proibida a instalação e o funcionamento de incineradores domiciliares, prediais e industriais, de qualquer tipo, exceto os incineradores hospitalares e congêneres.

Art. 27 - Nos casos em que fizer necessário, poderá ser exigido.

- I - a instalação e operação de equipamentos automáticos para medição das quantidades de poluentes emitidos;
- II - a comprovação da quantidade e qualidade dos poluentes atmosféricos emitidos, através de realização de amostragem em chaminés;
- III - construção de plataforma e outros requisitos necessários à realização de amostragens em chaminés.

Subseção II

Dos Padrões de Qualidade do Ar

Art. 28 - Ficam estabelecidos os seguintes padrões de qualidade do ar:

I - para partículas em suspensão:

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

II - para dióxido de enxofre:

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

III - para monóxido de carbono:

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

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

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

Parágrafo 2 - Para a determinação de concentrações das diferentes formas de matérias, objetivando compará-las com os padrões de qualidade do ar, deverão ser utilizados os métodos de análises e amostragem definidos neste Regulamento ou normas dele decorrentes, bem como estações medidoras localizadas adequadamente, de acordo com critérios pré-estabelecidos.

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

Art. 27 - Para os fins Parágrafo 2 do artigo anterior, ficam estabelecidos os seguintes métodos:

I - para partículas em suspensão: Método de Amostrador de Grandes Volumes, ou equivalentes;

II - para dióxido de enxofre: Método de Pararosanilina ou equivalente;

III - para monóxido de carbono: Método de Absorção de Radiação Infravermelho não dispersivo, ou equivalente; e

IV - para oxidantes fotoquímicos (como Ozona): Método da Luminescência Química, ou equivalente.

Parágrafo único - Consideram-se Métodos Equivalentes todos os Métodos de Amostragem de Análise que, testados, forneçam respostas equivalentes aos métodos de referência, no que tange às características de confiabilidade, especificidade, precisão, exatidão, sensibilidade, tempo de resposta, desvio de zero, desvio de calibração e de outras características consideráveis ou convenientes.

Subseção III

Dos Padrões de Emissão

Art. 30 - é proibida a emissão de fumaça, por parte de fontes estacionárias, com densidade colorimétrica superior ao padrão 1 da Escala de Ringelmann, salvo por:

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

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

Art. 31 - é proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

- 1 - A constatação de emissão de que trata este artigo, será efetuada:
- I - por agentes credenciados; e
 - II - com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com Limite de Percepção de odor (LPO).

Substância	LPO PPM Em Volume
01. Acetaldeído	0,21
02. Acetona	100,00
03. Ácido Acético	1,00
04. Ácido Butírico	0,001
05. Ácido Clorídrico Gasoso	10,0
06. Acrilato de Etila	0,00047
07. Acroleína	0,21
08. Acrilonitrila	21,4
09. Amônia	46,8
10. Anilina	1,0
11. Benzeno	4,68
12. Bromo	0,047
13. Cloreto de Alila	0,47
14. Cloreto de Benzila	0,047
15. Cloreto de Metila	10,0
16. Cloreto de Metileno	214,00
17. Cloro	0,314
18. Dicloreto de Enxofre	0,001
19. Dimetil Amina	0,047
20. Dimetilacetamida	46,8
21. Dimetilformamida	100,00
22. Dissulfeto de Carbono	0,21
23. Dimetilsulfeto	0,001
24. Estireno	0,1
25. Etanol (sintético)	10,0
26. Eter Difenílico	0,1
27. Etil Mercaptana	0,001
28. Fenol	0,047
29. Formaldeído	1,0
30. Fosfina	0,021
31. Fosgênio (COCL ₂)	1,0
32. Metacrílico de Metila	0,21
33. Metanol	100,00
34. Metil Etil Cetona	10,00

35. Metil Mercaptana	0,0021
36. Metilisobutil Cetona	0,47
37. Monoclorebenzeno	0,21
38. Monometil Amina	0,021
39. Nitrobenzeno	0,0047
40. Paracrezol	0,001
41. Para-xileno	0,47
42. Percloroetilen	4,68
43. Piridina	0,021
44. Sulfeto de Benzila	0,0021
45. SulfetoDifenílico	0,0017
46. Sulfeto de Hidrogênio	
(a partir de Dissulfeto de Sódio)	0,0047
47. Sulfeto de Hidrogênio (gasoso)	0,00047
48. Tetracloroeto de Carbono	
(a partir da Cloração de Dissulfeto de Carbono)	21,4
49. Tetracloroeto de Carbonom	
(a partir da Cloração de Metano)	100,0
50. Tolueno Disocianato	2,142
51. Tolueno (do Coque)	4,68
52. Tolueno (do Petróleo)	2,14
53. Tricloroacetaldeído	0,047
54. Tricloroetileno	21,4
55. Trimetil Amina	0,00021

Art. 32 - Nos casos para os quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão ser adotados sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível..

Parágrafo único - A adoção da tecnologia preconizada neste artigo dependerá de aprovação prévia.

Seção IV

Do Controle de Sons e Ruídos

Art. 33 - A emissão de sons e ruídos, em decorrência de atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços, obedecerá, no interesse da saúde, da segurança e do sossêgo público, aos padrões, critérios de diretrizes estabelecendo neste Regulamento.

Parágrafo único - consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança e ao sossego público os sons e os ruídos que:

I - atinjam, no ambiente exterior do recinto em que dão origem, nível de som de mais de 10 (dez) decibéis - dB (A), acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;

II - independentemente do ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que têm origem de mais de 70 (setenta) decibéis -dB (A), no período diurno das 7 às 19 horas, e 60 (sessenta) decibéis -dB (A), no período noturno das 19 às 7 horas do dia seguinte; e

III - alcançar, no interior do recinto em que são produzidos, níveis de sons superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NB-95, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou das que lhe sucederem.

Art. 34 - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações, para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela Norma NB-95, da ABNT, ou das que lhe sucederem.

Art. 35 - A emissão de ruídos e sons produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN e pelo Ministério do Trabalho.

Art. 36 - As medições deverão ser efetuadas com aparelho Medidor de Nível de som que atenda às recomendações da EB 386/74, da ABNT, ou das que lhe sucederem.

ANEXO D

ESTADO DE SANTA CATARINA
FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA

OFÍCIO GAB. DIPO/AR/Nº 000024

FLORIANÓPOLIS, 06 JAN 1997

À

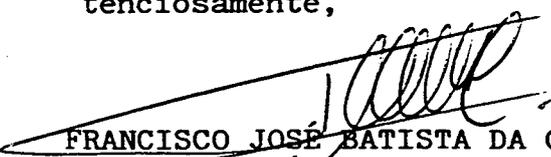
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
UFSC / CCA / CAL
RODOVIA ADMAR GONZAGA - KM 03 - ITACORUBI
FLORIANÓPOLIS - SC.

Prezados Senhores,

Pelo presente, estamos encaminhando, em anexo, o Parecer PROJUR
059/96, referente à solicitação da Professora Edna Regina Amante,
para utilização na sua Tese de Doutorado.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

atenciosamente,



FRANCISCO JOSÉ BATISTA DA COSTA
-Diretor de Controle da Poluição



PARECER PROJUR/Nº 059/96

Trata-se de solicitação de dados sobre indústrias de Santa Catarina, licenciadas pela FATMA com o objetivo de dar andamento na Tese de Doutorado da Professora Edna Regina Amante, da UFSC.

Do exposto pela professora, concluímos que são dados de propriedade das empresas, fornecidos à FATMA, quando do Licenciamento Ambiental.

Verificando a Constituição Federal, Art. 5º, XXXIII, nosso entendimento é de que a FATMA deve fornecer somente a nominata das indústrias licenciadas, reservando-se o direito de guardar sigilo das informações prestadas pelas mesmas, por constituírem processo administrativo interno que deve preservar a integridade e segurança de sua clientela.

Cabe, ainda, considerar que a Legislação Federal do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81 e regulamentação), determina a observância do sigilo industrial pelos órgãos públicos do SISNAMA, nos processos de licenciamento, salvo autorização do interessado.

Do exposto, entendemos que é possível fornecer a nominata das indústrias licenciadas e, que a professora requeira, se achar conveniente e for de seu interesse, junto as indústrias listadas, o direito de receber da FATMA, ou diretamente das mesmas, os dados que necessita.

S.M.J., assim entendemos.

É o Parecer.

Florianópolis, 20 de dezembro de 1996

Verita Conceição Elias
Verita Conceição Elias

DE ACORDO.

ENCAMINHE-SE À DIFO PARA CONHECIMENTO E PROVIDÊNCIAS. Florianópolis, SC 03/01/97

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AARNINK, Andre J. A. and SWIERSTRA, Durk (1995) The influence of slatted floor type on ammonia emission. **Pigs-Breeding-Production-Marketing**. V.11, n.7, p.35, 37, 39.
2. ABAZINGE, Michael D. A., FONTENOT, Joseph P., ALLEN, Vivien G. and FLICK, George J. (1993) Ensiling characteristics of crab waste and wheat straw treated with different additives. **Journal Agriculture Food Chemistry**. V.41, n.4, p.657 - 661.
3. ADRIAN, Donald Dean, YU, Fang Xin and BARBE, Donald (1994) Water quality modeling for a sinusoidally varying waste discharge concentration. **Water Research**. V. 28, n. 5, p. 1167-1174.
4. ALWAN, S.R., BUCKLEY D.J. and O'CONNOR, T. P. (1993) Silage from fish waste: chemical and microbiological aspects. **Irish Journal of Agriculture and Food Research**. V. 32, n.1, p.75-81.
5. AMANTE, Edna Regina (1994) Single-cell protein production from cassava industrial wastes. **International Meeting on Cassava Flour & Starch** (abstracts). Cali, Colombia, 11-15 January. P. 118.
6. AMANTE, Edna Regina(1984) **Produção de isolados e concentrados proteicos de peixe**. Seminário Tecnologia de Proteínas. Departamento de Tecnologia de Alimentos . Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
7. AMANTE, Edna Regina, MUEDAS, Walter & SILVEIRA, Ricardo Muller(1994) The cassava starch industry and the 0.2 factor. **International Meeting on**

- Cassava Flour & Starch** (abstracts). Cali, Colombia, 11-15 January. P. 119.
8. Annon. (1991) . Muitos recordes em 1991. **Anuário da Avicultura e Suinocultura Industrial**. N. 982, ano 82.
 9. Annon. (1995) Limiting pollution through pig slurry aeration. **Pigs-Breeding-Production-Marketing**.V. 11, n. 3, p. 30.
 10. Annon. (May, 1995) Industry growth. **Pig International**. V. 25, n. 5, p. 8 – 9.
 11. Annon. (September, 1995) The region for growth. **Pig International**. V. 25, n. 9, p. 23 - 24.
 12. Annon. (September, 1995) Brazil - more chicken eaten; more exported. **Poultry International**. P. 8.
 13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (junho de 1990) NB - 9001, ISO 9001. **Sistemas de Qualidade - Modelo para a Garantia de Qualidade em Projetos / Desenvolvimento, Produção, Instalação e Assistência Técnica**.
 14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (setembro de 1987) NBR 10004 **Resíduos sólidos - Classificação**.
 15. AYRES, Robert U. (1989) **Industrial Metabolism in Technology and Environment**. National Academic Press, Washington. P. 23-49.
 16. AYRES, Robert U. (June 12, 1991) Eco-restructuring: the transition to a ecologically sustainable economy. **Programme on Environmentally Sustainable Development - UNU Agenda 21 Advisory Team Report**. The United Nations University. 30 pgs.
 17. AZAD, Hardam Singh (1976) **Industrial Wastewater Management Handbook**. MacGraw-Hill Book Company.
 18. BAASCH, Sandra Sulamita Nahas (1995) **Um Sistema de Suporte Multicritério Aplicado na Gestão de Resíduos Sólidos nos Municípios Catarinenses**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade

Federal de Santa Catarina. 173 páginas. Florianópolis, SC, Brasil.

19. BARIK, S., FORGACS, T. and ISBISTER, J. (1991) Bioconversion of Chicken wastes to value-added products. **Bioresource technology**. V. 36, n. 3, p. 229 - 234.
20. BATTISTONI, P., FAVA, G. and GATTO, A (1992) Fish processing wastewater emission factors and high load trickling filters evaluation. **Water, Science and Technology**. V. 25, n.1, p.1-8.
21. BEIRÃO, Luiz Henrique, MEINERT, Elza Maria e TEIXEIRA, Evanilda (1994) Crise no setor pesqueiro, avaliação e novas perspectivas. **Revista Nacional da Carne**. AnoXIX, n. 212, p.96, Outubro.
22. BHAMIDIMARRI, S. M. Rao (1991) Appropriate industrial wastes management technologies: The New Zealand meat industry. **Water, science and Technology**. V. 24, n. 1, p. 89-95.
23. BOLSONI, Sinara Cristina (1990) **Hidrólise Enzimática de Proteínas, Determinação Aminoacídica de Isolado Proteico de Soja e Avaliação da Qualidade Protéica da Farinha de Soja Integral**. Relatório de estágio de conclusão de Curso de Farmácia e Bioquímica Habilitação Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
24. BOONS, Frank and HUISINGH, Don (1992) Cleaner Production: the roles of non- governmental organizations and individuals in stimulating its implementation within corporations. **European Water Pollution Control**. V. 2, n. 6, p. 40-48.
25. BOUZAHER, Aziz and OFFUTT, Susan (1992) A stochastic linear programming model for corn residue production. **Journal of Operational Research Society**. V. 43, n. 9, p. 843 - 857.
26. BUCHBERGER, Steven G. And MAIDMENT, David R. (1989) Design for wastewater storage ponds at land treatment sites. I. Paralles with appied

- reservoir theory. **Journal of Environmental Engineering**. V. 115, n. 4, p. 689-724.
27. BUOGO, Geraldo (1994) Mandioca diminui a área. **Informe Conjuntural - ICEPA/SC**. Ano XII, p. 5, período 18/11/94 a 24/11/94.
 28. CAÑIZARES, R. O., DOMÍNGUES, A. R., RIVAS, L., Montes, M. C., Travieso, L. and Benitez, F. (March, 1993) **Free and immobilized cultures of *Spirulina maxima* For swine waste treatment**. **Biotechnology Letters**. V. 15, n. 3, p. 321-326.
 29. CASAROTTO FILHO, Nelson e KOPITTKE, Bruno Hartmut (1992) **Análise de Investimentos**. 5ª Edição. Editora Revista dos Tribunais Ltda. Edições Vértice, São Paulo, Brasil, 323 pgs.
 30. CENTRO DE PESQUISA E EXTENSÃO PESQUEIRA DA REGIÃO SUL E SUDESTE - CEPSUL (Maio, 1994) **Informe Sobre os Desembarques Controlados de Pescados no Estado de Santa Catarina, nos anos de 1988 a 1992**. 102 pgs.
 31. CERIC, Vlatko and HLUPIC Vlatka (1993) Modeling a solid-waste processing system by discrete event simulation. **Journal of Operational Research Society**. V. 44, n. 2, p. 107-114.
 32. CHANG, Shou-Yuh and LIAW, Shu-Liang (1985) Generating designs for wastewater systems. **Journal of Environmental Engineering**. V. 111, n. 5, p. 665-679.
 33. CHONG, C. N., ZAHARUDIN, Idrus A., YEOH, B. Gerin and WANG, C. W. (1988) Production of high fructose glucose syrup from indigenous starches: prospects and constraints. **Food Science and Technology in Industrial Development**. V. 1. **Proceedings of The Food Conference Bangkok, Thailand, 24 - 26 October**. P. 354 - 361.
 34. CHUZEL, Gerard, ZAKHIA, Nadine, and CEREDA, Marney Pascoli (1994) Potential of new industrial uses of cassava starch in Brazil. **International Meeting on Cassava Flour & Starch**. (Abstracts). 11-15, January, p. 75.

Cali, Colombia.

35. CLEMENT, James W. and THOMPSON, James P. (1993) Cleaner Production: an industrial example. **Journal of Cleaner Production**. V. 1, P. 15-19.
36. COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES (1977) **Pollution by the Food Processing Industry in the EEC In the Canning, Beet Sugar, Potato Starch and Grain Starch Sectors**. Published by Graham & Trotman Limited. Bons Street, London, W1X1RD. 193 pgs.
37. COTÉ, R. and HALL, J. (1995) Industrial parks as ecosystems. **Journal of Cleaner Production**. V. 3, n. 1-2, p. 41-46.
38. CROSS, H. R., OVERBY, A. J. (1988) **Meat Science, Milk Science and technology**. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo.
39. DAS, Himadrik, HATTULA, M. Tapani, MYLYMAKI, Olavi M. and MÄLKKI, Yrjö (1993) Effects of formulation and processing variables on dry fish feed pellets containing fish waste. **Journal of Science Agriculture**. V. 61, p. 181-187.
40. DEAN, J.C., NIELSEN, L.A. and GARLING Jr., D.L. (1992) Replacing fish meal with sea food processing wastes in channel catfish diet. **The Progressive Fish-Culturist**. V. 57, n. 1, p. 7-13.
41. DIOP, O. And MAYSTRE, L. -Y. (1989) Méthodologie Systémique multicritère appliquée à la gestion des déchets solides urbains de Dakar (Senegal). **Techniques Sciences Methods - L'eau**. 84 année, n. 3, p. 187 - 191.
42. DRIVSHOLM, Thomas and NIELSEN, Worck (1993) Fish meal industry improvements in water and air quality using cleaner technology. **Journal Cleaner Production**. V.1, n.1, p.29-32.
43. DZIDONU, Clement K. And FOSTER, Gordon (1993) Prolegomena to OR modelling of the global environment - development problem. **Journal Operational Research Society**. V. 48, n. 4, p. 312 - 331.
44. EHRLICH, Pierre Jaques (1988) **Pesquisa Operacional – Curso Introdutório**.

Editora Atlas, São Paulo, 316 p.

45. ELLIS, J. Hugh, MCBEAN, Edward A., and FARQUHAR, Grahame J. (1985) Stochastic optimization/simulation of centralized liquid industrial waste treatment. **Journal of Environmental Engineering**. V. 111, n. 6, p. 801-821.
46. ELLIS, K. V. and TANG, S. L. (1991) Wastewater treatment optimization model for developing world. I. Model development. **Journal of Environmental Engineering**. V. 117, n. 4. p. 501 - 517.
47. ENVIRONMENT AGENCY GOVERNMENT OF JAPAN (1993) **Quality of Environment in Japan**. 700 p.
48. ESTADO DE SANTA CATARINA, Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA) (1989) **Legislação Ambiental Básica**. Florianópolis, SC.
49. EVANS, Anabel (August, 1995) Designer feeds for pollution control. **Pigs-Breeding- Production-Marketing**. V. 11, n. 5, p. 10-11.
50. FAID, m., KARANI, H., ELMARRCKI, A. & ACHARI-BEGDOURI, A., 1994, A biotechnological process for the valorization of fish waste. **Bioresource Technology**. V. 49, n. 3, p. 237-241.
51. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA (1995) **Guia das Indústrias**.
52. FERREIRA, Nelson G. and HULTIN, Herbert (1994) Liquifying cod fish frames under acidic conditions with a fungal enzyme. **Journal of Food Processing and Preservation**. V. 18, n. 2, p. 87-101.
53. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1992) **FAO Yearbook - Fish Statistics**. V.75, 436 p.
54. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1992) **FAO Production Yearbook**. V.46.
55. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

- (1993) **FAO Production Yearbook**. V. 48.
56. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
(1994) **FAO Production Yearbook**. V. 47.
57. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
(1995) **Commodity Review and Outlook 1994 - 1995**. Rome. P. 86 - 89.
58. FORD, D. A., KRUZIC, A. P. And DONEKER, R. L. (1993) Using GLEAMS to evaluate the agricultural waste application rule-based decision support (AWARDS) computer program. **Water Science and Technology**. V. 28, n. 3 - 5, p. 625 - 634.
59. FRANZEN, Nicoline G., URLINGS, Bert A. P., KESSELS, Ben G. F. and BIJIKER, Peter G. H. (1995), Chemical and biochemical aspects of slaughterhouse sludge intended for feed purposes. **Journal Agriculture Food Chemistry**. N. 43, n. 8, p. 2.071-2.076.
60. FRASER, A. S. and HODGSON, K. (1995) Outline of an Environmental Information System. **Environmental Monitoring and Assessment**. V. 36, n. 3, p. 207-215.
61. FREEMAN, Harry M. (November, 1995) Pollution Prevention: The U.S. Experience. **Environmental Progress**. V. 14, n. 4, p. 214-219.
62. GAIMUSYOU KOKUSAI RENNGOUKYOKU KEISAI KA CHIKYU KAH KYOU SHITU, Heisei (1991) **Chikyu Kannkyou Monndai Senngenn Syuu**.
63. GALVÃO, Maria T. E. Lopez e BERAQUET, Nelson José (Março, 1993) Recuperação de proteínas da separação mecânica de subprodutos da desossa manual de frango. **Revista Nacional da Carne**. Ano XVII, n.193, p. 53-63.
64. GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE (February, 1994) **The International Market for Meat**, Geneva.
65. GIBBBS, David (1994) The Implications of Sustainable Development for Industry and Employment in the 1990s. **The Environmentalist**. V. 14, n. 3, p. 183 -192.

66. GIBBS, David, LONGHURST, James (1995) Sustainable Development and Environmental Technology: a comparison of policy in Japan and the European Union. **The Environmentalist**. V. 15, n. 3, p. 196 -201.
67. GRANT, Eugene L., IRESON, W. Grant and LEAVENWORTH, Richard S. (1982) **Principles of Engineering Economy**. 7th Edition. John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 681ps.
68. GROXKO, Methodio and ZAMPIERI, Disonei (Dezembro, 1988) Aspectos econômicos da mandioca e principais derivados no Paraná. **Revista Brasileira da Mandioca**, Cruz das Almas. V. 7, n. 2, p. 19 -37.
69. GUPTA, Gian and KELLY, Peter (1990) Toxicity (EC_{50}) comparisons of some animal wastes. **Water, Air, and Soil Pollution**. V. 53, n. 3/4, p. 113-117.
70. HAYMAN, G. Thomas, MANARELLI, Bruno M., and LEATHERS, Timothy D. (1995) Production of carotenoids by *Phaffia rhodozyma* grown on media composed of corn wet-milling co-products. **Journal Industry Microbiology** V. 11, n. 5, p. 389-395.
71. HONG, S.S., LEE, N.H. and PACK, M.Y. (1991) Production o *Schizosaccharomyces sp.* HL biomass from supernadant of anaerobically fermented pig waste. **Process Biochemistry**. V. 25, n. 1, p. 23, 29, 59.
72. HUISINGH, Don and BAAS, L.W. (1991) Cleaner Production: the most effective approach to achieving improved water quality. **European Water Pollution Control**. V. 1, n. 1, p. 24-30.
73. HUSHON, Judith M. (1987) Expert systems for environmental problems. **Environmental Science and Technology**. V. 21, n. 9, p. 838 - 841.
74. ICEPA (1994) **Informe conjuntural**. Ano Xii, n. 525, período 04/11/94 a 10/11/94. P. 10.
75. ICEPA (Maio,1996) **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina, 1995**, Florianópolis , 168p.
76. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (1992) **Anuário Estatístico do Brasil**.

77. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FISH MEAL MANUFACTURERS. **The Role of Fish Meal in Poultry Nutrition**. 70 Wigmore Street, London, W.L.. Without date.
78. ISO/TC207/SC1/WG2 February,1995) **Environmental Management Systems - General Guidelines on Principles, Systems and Supporting Techniques**. 53 p.
79. JAYAWARDENA, Lao (1991) **A Global Environmental Compact for Sustainable Development: Resources Requirements and Mechanisms**. World Institute for Development Economics Research of the United Nations University.
80. JENNINGS, Aaron A. and NAGARKAR, Parag A. (1996) Automating probabilistic environmental decision analysis. **Environmental Software**. V. 10, n. 4, p. 251-262.
81. JORDAN, Andrew (1994) The International Organisational Machinery for Sustainable Development: Rio and the Road Beyond. **The Environmentalist**. V.14, n. 1, p. 23-33.
82. KAITSERMSUK, Watchara and WONGWICHARN, Aporn (1988) Study on citric acid production from cassava starch. **Food Science and Technology in Industrial Development**. V. 1. **Proceedings of The Food Conference Bangkok**, Thailand. 24 - 26 October. P. 380 - 393.
83. KANKASAR, Bhagman R. And POLPRASERT, Chongrak (1983) Integrated Wastewater management. **Journal of Environmental Engineering**. V. 109, n. 3, p. 619 - 630, 1983.
84. KAO, M.M. (1993) The evaluation of sawdust swine waste compost on the soil ecosystem, pollution and vegetable production. **Water, Science and Technology**. V. 27, n. 1, p. 123-131.
85. KIJOWSKI, Jacek (1995) More usable meat from surimi technology. **World Poultry - Misset**. V. 11, n. 0, p.37.
86. KNORR, Dietrich (1991) Recovery and utilization of chitin and chitosan in food

- processing waste management. **Food Technology**. V. 45, n. 1, p. 114-122, January.
87. KONDAIAH, N. and PANDA, B. (1992) Processing and utilization of spent hens. **World' Poultry Science Journal**, n. 48, p. 225-268.
 88. KÖNZ, Peider (1992) Cap. 6 Law and global environment management: some open issues. P. 159-178. In: **Environmental Change and International Law: New Challenges and Dimensions**. Edited by Edith Brown Weiss. United Nations university Press, 492 p.
 89. KOPITKE, Bruno Hartmut (s.d.) **Análise de "Filière" Conceitos, Métodos e Aplicações**. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Florianópolis, SC, Brasil. 20 p.
 90. LAIGO, S. (1994) Les technologies propres. Un concept évolutif. **Techniques Sciences Methods**. N. 4 - 89^e Année. P. 188 - 190.
 91. LANJOUW, Jean Olson and MODY, Ashoka (1996) Innovation and international diffusion of environmentally responsive technology. **Research Policy**. 25, p. 549 - 571.
 92. LESSARD, Paul and BECK, M. B. (1991) Dynamic modeling of wastewater treatment processes. **Environmental Science and Technology**. V. 25, n. 1, p. 30 - 39.
 93. LICIS, Ivars J. (November, 1995) Pollution Prevention Possibilities for Small and Medium-sized Industries. Analysis of the WRITE Projects. **Environmental Progress**. V. 14 n. 4, p. 224 - 231.
 94. LIMA, L.P., CAPALBO, D.M.F., MELO, I.S. & MORAES, I.O., 1994, Manipueira - Its use in obtaining a fungicide. **International Meeting on Cassava Flour & Starch** (abstracts). Cali, Colombia, 11-15 January. P. 124.
 95. LIN, Tein M., PARK, Jae W. And MORRISSEY, Michael T. (1995) Recovered protein and reconditioned water from surimi processing waste. **Journal of Food Science**. V. 60, n. 1, p. 4-9.
 96. LINDO SYSTEMS, INC. LINDO - Linear Interactive and Discrete Optimizer.

P.O. Box 148231, Chicago, IL60614-8231.

97. LO, K.V., LIAO, P.H., BULLOCK, C. and JONES, Y. (1993) Silage production from salmon farm mortalities. **Aquacultural Engineering**. V. 12, n. 1, p. 37-45.
98. LUND, Jay R. (1990) Least cost scheduling of solid-waste recycling. **Journal of Environmental Engineering**. V. 116, n. 1, p. 182 - 197.
99. LUND, Jay R., TCHOBANOGLOUS, George, ANEX, Robert P. and LAWER, Renée A. (1994) Linear programming for analysis of material recovery facilities. **Journal of Environmental Engineering**. V. 120, n. 5, Sept. - Oct., p. 1082-1094.
100. MACHADO, Jurandi Soares (1994) Carnes - suínos: mercado ora em expansão ora em contração. **Informe Conjuntural**. Instituto CEPA/SC. N. 516, ano XII, período 02/09/94 a 08/09/94, p. 7.
101. MACHADO, Jurandi Soares(1996) Carne suína: Produção perde o ritmo de crescimento. **Informe Conjuntural**. Ano 14, n. 621, período 21/11/96 a 28/11/96, 15 pgs.
102. MANNION, Patrick (1995) Brazilian Chicks. **World Poultry - Misset**. V. 11, N. 3, p. 36-37.
103. MARQUARDT, Fritz-Hanz and CARREÑO, Ricardo R. (1992) The production of colourless chitin from Antarctic Krill (*Euphausia superba*) shell waste. **Arch. Fishchwiss**. V. 41, n. 2, p. 159-163, Stuttgart, Juni.
104. MARTI, M. Cristina, ROECKEL, Marlene, Aspe, ESTRELLA and NOVOA, Manoel (1994) Fat removal from process waters of the fish meal industry - a study of three flotation methods. **Environmental Technology**. V. 55, N. 1, p. 29-39.
105. MARTIN, G. Lasbleiz, M. & LEMASLE, M (Juin, 1985) 3-Valorization des dejections animales. Lutte contre l'eutrophication des reservoirs economic regionale. **Techniques Sciences Methods-L'eau**. Anne 80, n. 6, p.273-275.

106. MATSUBARA, Y., IWASAKI, K., NAKAJIMA, M., NABETANI, H. and NAKAO, S. (March,1996) Recovery of oligosaccharides from steamed soybean wastewater microfiltration membranes. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**. V. 60, n. 3, p. 421.
107. MCDOMIS, William and LITCHFIELD, John H. (1986) Meat, fish and poultry processing wastes. **Journal WPCF**. V. 28, n. 6, p. 549-552, June.
108. MCDONACH, K. and YANESKE, P. (1996) Environmental Management Systems in Further and Higher Education Institutions. **The Environmentalist**. V. 16, n. 1, p. 19-26.
109. MÉNDEZ, R., OMIL, F., SOTO, M. and LRMA, J. M. (1992) Pilot plant studies on the anaerobic treatment of different wastewaters from a fish-canning factory. **Water, Science Technology**. V. 25, n. 1, p. 37-44.
110. MIDDELKOOP, Koos van (1995) Environmental aspects of intensive poultry production. **World Poultry - Misset**. V. 11, n. 10, p. 41, 43, 45.
111. MINISTÈRE DE LA QUALITÉ DE LA VIE (Aout 1975) **Guide pour L'Inventaire des résidus Industriels**. SERI Renault Engineering. B.P. N.2 Centre Parly 2 Le Chesnay 78 150. 54 p.
112. MOECKE, Elisa Helena Siegel (1990) **Copolimerização e Enxertos de Monômeros Vinílicos sobre Quitina e Quitosana Iniciada por Ce-4. Aplicações na Tecnologia de Papel**. Dissertação de Mestrado em Físico-Química. Departamento de Química, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
113. NAKORN, P. K. (February, 1995) Taiwanese pig activity. **Pigs-Breeding-Production-Marketing**. V.11, n. 1, p. 32-33.
114. NEMEROW, Nelson (1977) **Águas Residuales Industriales. Teorias, Aplicaciones Y Tratamiento**. Blume Ediciones, Rosario, 17. Madrid.
115. ONG, H K., CHOO, P. Y. and SOO, S. P. (1993) Application of bacterial product for zero-liquid-discharge pig waste management under tropical

- conditions. **Water, Science and Technology**. V. 27, n. 1, p. 133-140.
116. ONG, S. L. And ADAMS, Barry J. (1990) Capacity expansion for regional wastewater systems. **Journal of Environmental Engineering**. V. 116, n. 3, p. 542 - 560.
117. OSADA, Takashi, HAGA, Kiyonori and HARADA, Yasuo (1991) Removal of nitrogen and phosphorus from swine wastewater by activated sludge units with the intermittent aeration process. **Water Research**. V. 25, n.11, p. 1377 - 1388.
118. OSTERTAG, C. F. (1994) World production and markets for starch. **International Meeting on Cassava Flour & Starch**. (Abstracts). 11-15, January. Cali, Colombia. P. 31.
119. PERRIGO, Lyle D. (June, 1974) **Implications of new food and Agriculture Concepts, Development and Systems**. Battelle. Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington 99352. 32 p.
120. Ponte, José Julio da, Franco, Ângela & Pontes, A. Erildo Lemos (1987) Estudo sobre a utilização da manipueira, como nematicida, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**. V. XI, p. 44-47.
121. PONTE, José Julio da, FRANCO, Ângela e SANTOS, José Higino Ribeiro dos (1988) Teste preliminar sobre a utilização da manipueira como inseticida. **Revista Brasileira da Mandioca**, Cruz das Almas, V. 7, n. 1, p. 89-90, Junho.
122. QINGHUA, Zhao (199) The all-purpose pig: a symbol of chinese hope for 1995. **Pigs- Breeding-Production-Marketing**. V. 11, n. 4, p. 26-27.
123. QUEMENEUR, F. and Jaouen, P. (1991) Potentialities of inorganic membranes in fish processing industry - economic aspects. **Key Engineering Materials**. V. 61 & 62, p. 585-588.
124. RIBEIRO, C. A. A., CAVENAGUI, M. E., DE PONTES, A. E. R., BARROS, G. L., PESSOA, A. L., BARANA, A.C., GGUIDOLIN, F. R., DEL BIANCHI, V. L., MORAES, I. O. (1994) Use of sweet potato processing wastewater as

- substrate for fermentation. **Developing Food Engineer Process International Congress Eng. Food**, 6th, 1993. Part 2, 549-551.
125. SARADA, R. and JOSEPH, R. (May,1996) A comparative study of single and two stages process for methane production from tomato processing waste. **Process Biochemistry**. V. 331, n. 4, p. 337.
126. SEBRAE, IBAMA, INSTITUTO HERBERT LEVY (1996) **Gestão Ambiental - Compromisso da Empresa**. Fascículos de 1 a 8.
127. SELDEN, Thomas M. (1994) Environmental quality and development: is there a Kuznetes Curve for air pollution emissions? **Journal of Environmental Economics and Environment**. V. 27, p. 147-162.
128. SENDOV, Blagovest H. (May, 1992) The Potential of Information, Jaques Tocatlian and Kenneth H. Roberts. Proceedings of the Second Technologies for International Cooperation. **Expanding Access to Science and Technology. The Role of Information Technologies**. Edited by Ines Wesley-Tanaskovic International Symposiom on the Frontiers of Science and Technology held in Kioto, Japan. 12-14 May, 1992. The United Nations University Tokyo, Jp. P. 429-440.
129. SHAFIK, Nemat (1994) Economic Development and environmental quality: an econometric analysis. **Oxford Economic Papers**. V. 46, p. 757-773.
130. SHAHIDI, F. (1995) Extraction of value-added components from shellfish processing discards. **Development Food Science**. 37 B, p. 1427-1439.
131. SMYTH, John C. (1996) A National Strategy for Enviromental Education: an Approach to a Sustainable Future? **The Environmentalist**. V. 16, n. 1, p. 27-35.
132. SPRIGGS, H.D. and SMITH, William R. (summer, 1996) Design for Pollution Control: Screening alternative Technologies. **Environmental Progress**. V. 15, n. 2, p. 69-72.
133. SREENATH, Hassan K., CRANDALL, Phillip G. and BAKER, Robert A. (1995) Utilization of citrus by products and waster as beverage clouding agents.

Journal Fermentation Bioengineering. V. 80, n. 2, p. 190-194.

134. STEPHAN, David G., KNODEL, Robert M. and BRIDGES, James S. (November, 1994) A "Mark 1" Measurement Methodology for Pollution Prevention Progress Occurring as a Result of Product Design Decisions. **Environmental Progress.** V. 13, n. 4, p. 232 - 246.
135. TAKAHASHI, Mario, 1987, Aproveitamento da manipueira e de resíduos do processamento da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V. 13, n. 145, p. 83, Janeiro.
136. TAKITANE, Isabel Cristina, VILPOUX, Olivier, CHUZEL, Gerard, and CEREDA, Marney Pascoli. Starch potential in Brazil. **International Meeting on Cassava Flour & Starch.** (Abstracts). 11-15, January. Cali, Colombia. P.11.
137. TIDEMANN, E., RAA, J., STORMO, B. and TORRISSEN, O. (1984) Processing and utilization of shrimp waste. In: McKenna, Brian. **Engineering and Food - Processing Applications.** Elsevier Publishers. V. 2, p. 583 - 594.
138. TRINDADE, Sergio C. (1989) Cap. 13 Transfer of Clean(er) Technologies to Developing Countries. In: **Industrial Metabolism in Technology and Environment.** Robert U. Ayres. National Academic Press, Washington.
139. TURKSTRA, E., SHOLTEN, M.C.TH., BOWMER, C. T. and SCHOBEN, H.P.M. (1991) A comparison of the ecological risks from fisheries and pollution to the North Sea biota. **Water, Science Technology.** V. 24, n. 10, p. 147-153.
140. UNITED NATIONS (1994) **Statistical Yearbook.**
141. VASSILEV, N., BACA, M.T., VASSILEVA, M., FRANCO, L. and AZCON, R. (December, 1995) Rok phosphate solubilization by *Aspergillus niger* grown on sugar-beet waste medium. **Applied Microbiology and Biotechnology.** V. 44, n. 3, p.
142. VILELA, Evodio & FERREIRA, Maria Eugenia (Janeiro, 1987) Tecnologia de produção e utilização do amido de mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo

Horizonte. V. 13, n. 145, p. 69-74.

143. VOUTCHKOV, Nikolay S. And BOULOS, Paul F. (1993) Heuristic screening methodology for regional wastewater-treatment planning. **Journal of Environmental engineering**. V. 119, n. 4, p. 603 - 644.
144. WALTON, Thomas F. (spring, 1996) Environmental Partnerships: Opportunities and Challenges. **Environmental Progress**. V. 15, n.1, p. 1-5.
145. WILLIAMS, Jan-Olaf (1995) Global environmental issues - the role of industry. **Proceeding od 6th International Conference on the Conservation and Management of Lakes**. Kasumigaura's 95. October 23 (monday) - 27 (friday). V. III, p. 1477-1480.
146. WORLD COMMISSION ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987) **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press.
147. WRIGHT, Chris (Enero, 1997) Empresas Líderes 1997. **Indústria Avícola**. P. 16 - 22.
148. WRIGHT, Chris (July, 1995) Chicken brazilian style. **Poultry International**. P.32,34, 36, 38, 39.
149. YOUNG, Oran R., DEMKO, George J., and RAMAKRISNA, Kilaparti (1991) Global Environmental and International Governance. **Summary and Recommendations of a Conference Held at Dartmouth College, Hanover, New Hampshire**. United Nations University. Dartmouth College. World Resources Institute. Woods Hole Research Center. 31 p.