

MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO

FABIANA DO ROCIO TIMOFIECSYK *
URIVALD PAWLOWSKY **

Este trabalho apresenta revisão de literatura sobre minimização de resíduos na indústria de alimentos, abordando as técnicas de minimização, metodologia e estratégia de implantação do referido sistema e os benefícios ambientais e econômicos proporcionados pela sua implementação. Conclui que os processos produtivos devem interrelacionar a produção de alimentos com estratégias de desenvolvimento sustentável, de modo que os recursos ambientais sejam gerenciados para atender as necessidades atuais sem danificá-los para uso futuro.

1 INTRODUÇÃO

A meta da indústria de alimentos, uma das mais importantes indústrias de transformação no Brasil, consiste na transformação de recursos naturais em alimentos industrializados para atender as necessidades da população e garantir, com segurança, o abastecimento dos grandes centros urbanos (ABEA, 2000).

A industrialização de alimentos emprega processos físicos, químicos e biológicos para obter produtos adequados ao consumo humano e de longa vida de prateleira, conferindo a melhor qualidade possível aos produtos alimentícios. O processamento abrange várias etapas desde a seleção da matéria-prima até o armazenamento dos produtos (EVANGELISTA, 1987).

O produto é o propósito da indústria, entretanto, além deste cuja fabricação é intencional, são gerados outros materiais, de origem não-intencional, os resíduos (AQUARONE, 1990).

A minimização de resíduos é um sistema de gerenciamento ambiental preventivo, que visa melhorias no processo produtivo (reduzindo as perdas) e no desempenho ambiental (CHEREMISINOFF, 1995).

* Engenheira de Alimentos, Mestranda em Tecnologia Química, Área de Concentração em Alimentos, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

** Professor Bolsa Sênior, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química, UFPR.

IGLECIO (1998) afirmou que muitas empresas do setor alimentício estão preocupadas com a questão ambiental e vêm acompanhando a tendência de obter melhoria contínua no processo produtivo e garantir condições de sobrevivência às próximas gerações.

2 DEFINIÇÕES PRELIMINARES

2.1 RESÍDUO

Segundo VALLE (1995) o termo resíduo é utilizado em sentido amplo, englobando não somente sólidos como também os efluentes líquidos e os materiais presentes nas emissões atmosféricas.

CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI (1995) definiram resíduo como todo e qualquer elemento que não seja considerado produto ou matéria-prima dentro da especificação. São produtos contaminados ou fora do prazo de validade, água residuária e produtos de limpeza associados as operações de higienização das instalações e dos equipamentos, resíduos dos equipamentos do final de produção, vazamentos acidentais de líquidos, emissões fugitivas, descarga de produtos gasosos, resíduos de máquinas e acabamentos. No processo industrial, o resíduo representa perda de matérias-primas, insumos, sub-produtos ou produto principal e requer tempo e capital para o seu gerenciamento.

O resíduo industrial, depois de gerado, necessita de destino adequado, pois não pode ser acumulado indefinidamente no local em que foi produzido. A disposição dos resíduos no meio ambiente, por meio de emissões de matéria e de energia lançados na atmosfera, nas águas ou no solo deve ocorrer após os resíduos sofrerem tratamento e serem enquadrados nos padrões estabelecidos na legislação ambiental para não causarem poluição (AQUARONE, 1990).

Além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição. Muitos dos tratamentos “fim de tubo” não eliminam realmente os resíduos gerados, apenas os transferem para outro meio que não os esperava (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKY, 1995).

2.1.1 Custo do Resíduo

Ao iniciar um programa de redução de resíduos, as indústrias devem conhecer o valor dos seus resíduos para eliminar a resistência das mesmas em providenciar sua minimização (NEMEROW, 1995).

Novos conceitos incluem os resíduos como bens econômicos (modelo ambiental de custos), cujo custo real é determinado pelos conceitos da contabilidade dos custos totais. No modelo ambiental para cálculo dos custos são considerados:

- *Custos Diretos* - matéria-prima e mão-de-obra
 - custos gerais - manufatura e/ou operação;
 - custos de vendas e serviços;
 - custos de pesquisa e desenvolvimento.
- *Custos Ocultos* - custos não associados ao resíduo (por exemplo: suporte administrativo, advogados para o caso de processos ambientais, processos trabalhistas causados por acidentes com resíduos, etc.).
- *Custos de Contingência* - fundo de reserva para acidentes, multas e indenizações.
- *Custos menos Tangíveis* - imagem da empresa junto aos consumidores, aos órgãos de controle, aos investidores e à comunidade local (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995; PAWLOWSKY, 1998).

No modelo tradicional de cálculo de custos consideram-se apenas os custos diretos.

Resíduo representa perda de matérias-primas ou energia já pagos pela indústria, além de gasto no manuseio e disposição final. A otimização no uso de materiais resulta em economia no custo e aumento na produtividade. Maior quantidade de produto é produzida a partir da mesma quantidade de material inicial, quando não há desperdício de recursos, resultando em vantagem competitiva para a empresa no mercado (FREEMAN, 1995; SEABRA et al., 1998).

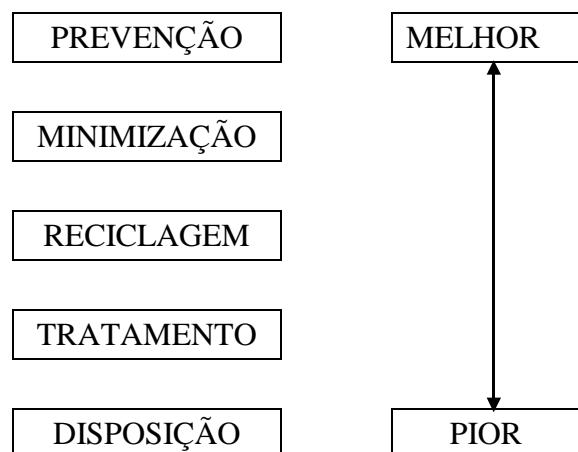
2.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Para não prejudicar o meio ambiente os resíduos gerados devem ser gerenciados de acordo com a hierarquia estabelecida pela Resolução Oficial da Comunidade Européia (Figura 1).

O desenvolvimento sustentável, conceito estabelecido pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, apresenta novas exigências no gerenciamento das indústrias e determina que o gerenciamento dos recursos ambientais atenda as necessidades atuais sem danificar os recursos para uso futuro. Por isso, a tendência atual é empregar processos produtivos que não prejudiquem o meio ambiente.

Além disso, melhoria no desempenho ambiental gera benefícios econômicos, pois a indústria passa a produzir mais com menos, desperdiçar menos, reciclar mais, reduzir insumos, etc. (GILBERT, 1995).

FIGURA 1 - HIERARQUIA DAS OPÇÕES DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS



FONTE: CRITTENDEN & KOLACZOWSKI, 1995.

A *Environmental Protection Agency (EPA)* definiu prevenção da poluição como o uso de materiais, processos ou práticas que eliminem a criação de poluentes. Não gerar resíduos é melhor do que desenvolver tratamentos extensivos para assegurar que o resíduo não prejudique a qualidade do meio ambiente, além do que, resíduos não gerados, não exigem custos com tratamento e disposição (FREEMAN, 1995).

Como nem sempre é possível não gerar resíduos em determinado processo, a minimização é a segunda melhor opção. A indústria que reduz a quantidade de resíduo gerada também obtém diminuição de gastos com tratamento e disposição de resíduos. O tratamento constitui-se na utilização de tecnologias *end-of-pipe* para adequar os resíduos aos padrões da Legislação Ambiental antes de serem dispostos no meio ambiente, reduzindo a carga poluidora e minimizando o impacto ambiental (VALLE, 1995; PAWLOWSKY, 1998).

A tendência é adotar a produção limpa, sistema de gestão, que visualiza todas as fases do processo produtivo e do ciclo de vida de determinado produto, com o objetivo de minimizar riscos à saúde do ser humano e ao meio ambiente. A sua filosofia consiste em substituir o modelo *end-of-pipe* (tratamento do resíduo gerado) por outros que evidenciam a prevenção dos impactos à saúde e ao meio ambiente (SILVA, 1998). CLIFT (1997) salientou que a produção limpa envolve minimização no uso de recursos e

emissões, concentrando-se não apenas no produto, mas no benefício humano causado. Desta forma, busca-se a chamada “economia desmaterializada”, na qual os materiais são sistematicamente usados e reusados para aumentar significativamente a produtividade dos recursos necessários para tornar a atividade humana sustentável.

3 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

3.1 DEFINIÇÃO E CONSIDERAÇÕES

O termo “Minimização de Resíduos” foi definido pela Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (*EPA*) como: “toda ação tomada para reduzir a quantidade e/ou a toxicidade dos resíduos que requerem disposição final”. Segundo CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI (1995) e CHEREMISINOFF (1995) a minimização de resíduos envolve qualquer técnica, processo ou atividade que evite, elimine ou reduza a quantidade de resíduo gerada na fonte, normalmente dentro dos limites do processo como sistema, ou permita a reutilização ou a reciclagem dos resíduos, diminuindo os custos de tratamento e protegendo o meio ambiente.

CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI (1995) salientaram que a minimização de resíduos não se refere a ações tomadas após a geração do resíduo, como diluição para redução da sua toxicidade e/ou transferência dos constituintes do resíduo de um meio para outro.

Existem obstáculos, maus hábitos e práticas destrutivas do meio ambiente que devem ser superadas. Entretanto, há sinais de progresso, tanto que os consumidores e produtores estão mudando de mentalidade e muitas indústrias já comprovaram que, melhorias no desempenho ambiental e econômico não são contraditórias (ENVIRO-SENSE, 1997).

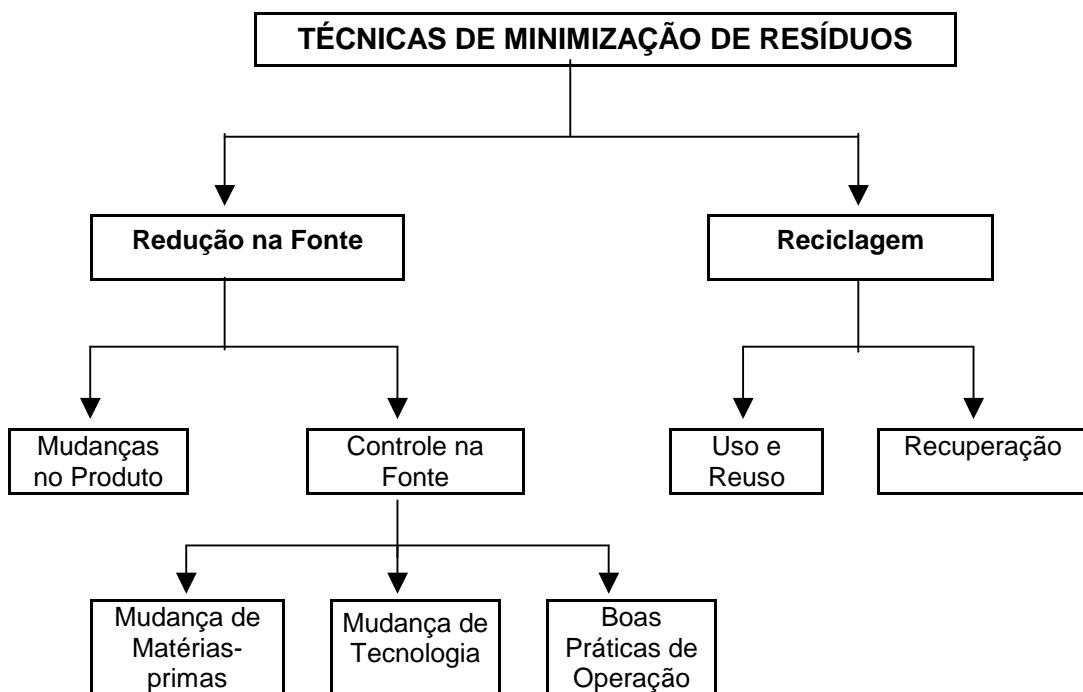
De acordo com PAWLOWSKY (1998) os novos padrões ambientais iniciaram um processo de inovações que diminuirá o custo total do produto, incrementando o seu valor. Tais inovações já permitem que as empresas usem mais eficientemente uma série de bens, em particular matérias-primas e recursos energéticos, de forma a compensar o custo com a proteção ambiental.

Sob o ponto de vista de gerenciamento ambiental é necessária uma mudança fundamental para que determinada empresa passe do controle à prevenção da poluição (ENVIRO-SENSE, 1997).

3.2 TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Segundo a *EPA* (1988) as técnicas de minimização podem ser classificadas conforme a Figura 2.

FIGURA 2 - TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



FONTE: EPA, 1988.

3.2.1 Descrição das técnicas de minimização

A seleção da técnica de redução de resíduos a ser empregada depende do tipo de resíduo gerado e da característica da fonte geradora. Em alguns casos, várias técnicas são adotadas em conjunto para que o propósito do máximo efeito seja alcançado com custo mais baixo. A adoção de determinada tecnologia deve ser combinada com treinamento e motivação dos funcionários, uma vez que a cooperação e o envolvimento dos empregados influencia tanto o sucesso do programa quanto a seleção da tecnologia apropriada (FREEMAN, 1995).

As técnicas de redução na fonte (controle na fonte) envolvem mudanças de matérias-primas, que consistem em purificar ou substituir os materiais utilizados no processo industrial, exigindo investimentos em pesquisa. Também incluem mudanças de tecnologia, que são alterações no processo, equipamentos, layout, e mudanças nas práticas operacionais, que requerem alteração nos procedimentos de produção (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

O manual para implementação do programa de prevenção à poluição da CETESB (1998) ressalta a otimização do uso e recuperação dos recursos disponíveis, tais como: água, energia e matérias-primas, substituição de

matérias-primas e mudanças no processo produtivo, melhoria na operação e manutenção dos equipamentos e implantação do programa de conscientização e informação de todos os funcionários como medidas importantes para implantação do sistema.

As técnicas de reciclagem permitem que o resíduo retorne ao processo original (no qual foi gerado), seja utilizado como matéria-prima em outro processo, ou sofra processo de recuperação para que um constituinte do resíduo seja recuperado e reutilizado no processo industrial. O emprego das técnicas de reutilização, recuperação e/ou reciclagem interna ou externa, de energia, insumos e resíduos permitem a valorização dos resíduos (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

De acordo com FREEMAN (1995) muitos manuais de operação contêm métodos de redução, por meio de técnicas de otimização de processo, que são bastante simples e não pertencem à classe das chamadas altas tecnologias. MATOS & SCHALCH (1997) afirmaram que muitas indústrias já assimilararam que, simples mudanças operacionais, aumento do treinamento de todos os funcionários e melhoria no gerenciamento de inventários podem reduzir, significativamente, a taxa de geração de resíduos e que as técnicas de minimização englobam desde a mais simples mudança operacional até o restabelecimento do estado-da-arte de um equipamento.

3.3 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

De acordo com MATOS & SCHALCH (1997) um programa de minimização de resíduos pode ser implantado de diferentes maneiras, atendendo assim, às características individuais de cada instalação industrial.

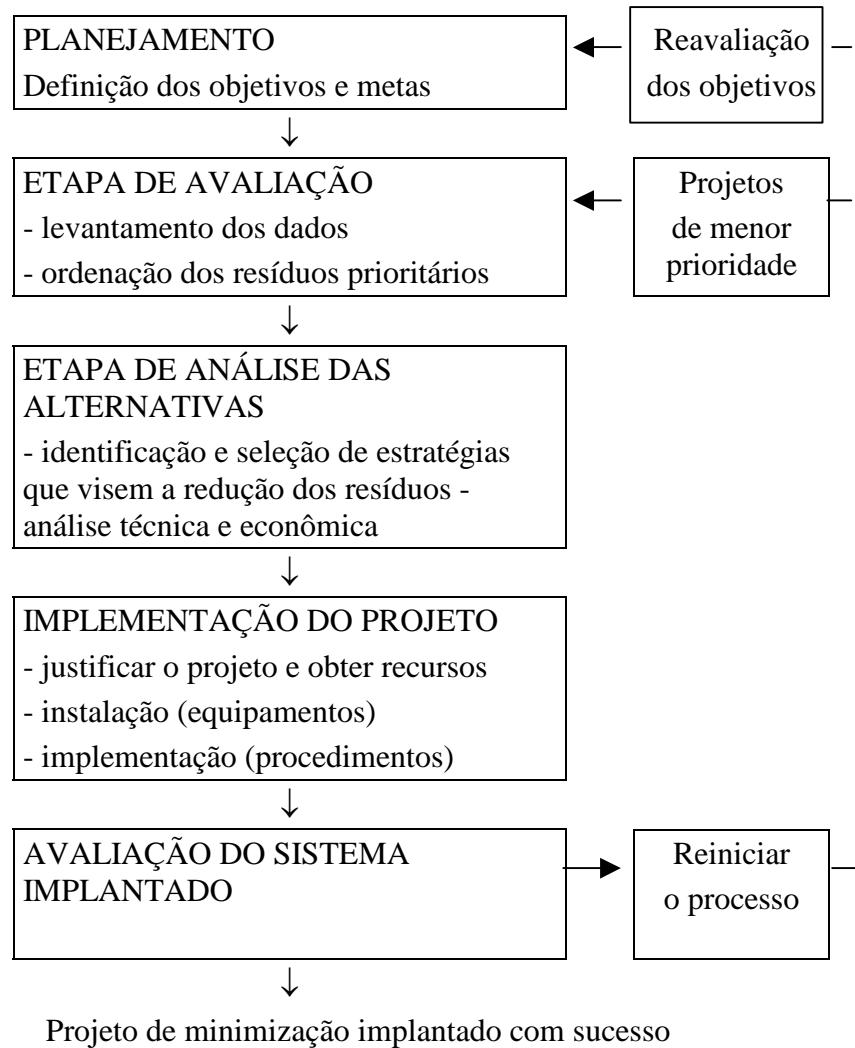
Para que o programa de minimização de resíduos atinja o sucesso esperado é necessário que exista comprometimento da alta direção da empresa para se obter provisão de recursos adequados, programa de treinamento e motivação de pessoal, mecanismo adequado para alocação de custos de gestão de resíduos e forte estímulo para a implantação de projetos de minimização de resíduos (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

De acordo com NEMEROW (1995) e a *EPA* (1988) a implantação de sistema de minimização de resíduos (Figura 3) consta das seguintes etapas:

a) Planejamento

O programa inicia com a fase de planejamento que determina os objetivos a serem atingidos (*EPA*, 1988).

FIGURA 3 - METODOLOGIA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



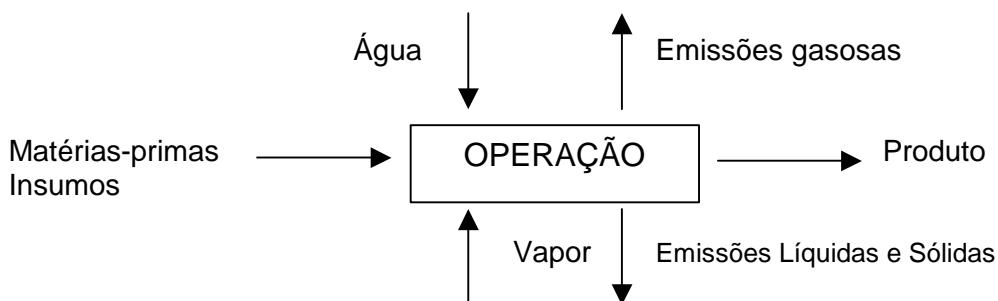
FONTE: *EPA, 1988.*

b) Avaliação do processo produtivo

Na etapa de avaliação realiza-se estudo do processo produtivo a fim de definir as fontes geradoras de resíduos e suas possíveis causas (*EPA, 1988*). No levantamento dos dados são caracterizados os resíduos da indústria, o tipo de tratamento e destinação a que são submetidos, e ainda os seus custos associados (*EDWARDS et al., 2000*). É importante obter informações em mais de uma fonte, como operadores, equipes de manutenção e gerentes, porque permite visão maior e mais detalhada da geração de resíduos (*SCHILLING & HANDA, 1998*). Nesta fase, salienta-se o conhecimento do processamento da unidade industrial em questão para definição das entradas e saídas dos processos, elaboração do diagrama de fluxo de matérias-primas, utilidades, taxa de produção, perdas

e resíduos (quantidade, composição e classificação), conforme o diagrama apresentado na Figura 4 (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995). Segundo NEMEROW (1995) os balanços materiais são necessários para descobrir e quantificar perdas e emissões, cuja confirmação pode ser efetuada pela amostragem dos resíduos.

FIGURA 4 - DIAGRAMA DE CADA OPERAÇÃO



É fundamental elaborar o fluxograma de processo para identificar todas as etapas de produção, desde o recebimento de matéria-prima até a remessa final do produto sob controle da indústria. É importante observar as condições reais das plantas industriais para garantir que as etapas listadas descrevem o que realmente acontece no processamento do alimento. O propósito do fluxograma é identificar qualquer ponto específico em que os resíduos possam ser gerados (CETESB, 1997).

O método de inspeção do processo varia conforme o tipo de operação e depende do nível de detalhes requerido, recursos disponíveis, tamanho da unidade produtiva e sazonalidade das operações. Basicamente, o processo de inspeção compõe-se de verificação visual, amostragem e classificação, quantificação de entradas e saídas ou balanço de massa no qual o volume total de resíduos é estimado em base de dados pré-determinada (por exemplo: taxa de geração de resíduo por dia, mês, ano, batelada) (SCHILLING & HANNA, 1998).

No Quadro 1 estão listadas as informações necessárias para desenvolver o sistema de minimização de resíduos. WAJNSZTAJN & LEAL (1999) ressaltaram que, os dados coletados devem ser precisos para possibilitar completa visão da geração, fluxo e composição de resíduo.

Após identificados, os resíduos devem ser ordenados em escala de prioridades, ou seja, qual deve ser minimizado primeiro (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995). A próxima etapa envolve o desenvolvimento de estratégias para redução dos resíduos prioritários.

QUADRO 1 - INFORMAÇÕES PERTINENTES PARA DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Informações de projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de fluxo do processo; • descrição dos processos; • lista de equipamentos e lay-out; • balanços materiais e energéticos dos processos produtivos.
Informações ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Inventários de emissões; • relatórios de análises de resíduos; • relatórios de inspeção de redução e riscos ambientais; • licenças de instalação e operação.
Matéria-prima e informações de produção	<ul style="list-style-type: none"> • Composição do produto e dados de bateladas; • relatórios de inventário de produtos e matéria-prima; • procedimentos de operação; • calendários de produção.
Informação econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de tratamento e disposição de resíduos; • custos de produtos, utilidades e matéria-prima; • custos de operação e manutenção.

FONTE: *EPA*, 1988.

c) Análise das alternativas

Para a elaboração de alternativas de minimização deve-se considerar os aspectos técnicos, ambiental e econômico, mediante análise técnica e econômica das estratégias possíveis para reduzir a geração de resíduos e posterior seleção daquelas que serão implantadas (*EPA*, 1988).

A quantificação dos resíduos permite identificar as áreas com significativa geração, avaliar os custos do sistema de gerenciamento de resíduos e identificar as práticas que podem ser aplicadas ao processo para reduzí-los e diminuir os custos envolvidos (NEMEROW, 1995).

A avaliação econômica permite mensurar os benefícios que serão alcançados com a implantação do sistema e o período de retorno do investimento (*EPA*, 1988).

d) Implementação e avaliação do projeto de minimização de resíduos

As estratégias de minimização são introduzidas no processo produtivo e, após a implementação do projeto é de suma importância avaliar os benefícios proporcionados pelo sistema, mediante levantamento dos resultados (performance). A metodologia é reiniciada quando:

- não se atinge o sucesso esperado, sendo indispensável ajustar o sistema;
- obtém-se resultados satisfatórios, ou seja, os resíduos prioritários foram minimizados, e novo projeto será implantado para redução dos resíduos que foram determinados como não prioritários na avaliação do processo produtivo (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

4 ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAR OS RESÍDUOS GERADOS

Freqüentemente, certas estratégias de minimização podem ser implementadas de forma rápida, como boas práticas de fabricação, de manutenção e de limpeza, que envolvem melhorias administrativas e operacionais, reduzindo o custo, sem incorrer em investimentos significativos. O tempo de retorno do investimento é da ordem de dias (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

DENNISON (1996) propôs que boas práticas operacionais de processo sejam executadas, tais como procedimentos de operação especificados, implementação de técnicas de qualidade e manutenção preventiva regular para diminuir a quantidade de resíduo gerada. Enfatizou também a importância de programa de conscientização dos funcionários para que utilizem os recursos de forma racional, eliminando os pontos de desperdício.

Dar aos empregados a oportunidade de compartilhar suas idéias de minimização pode trazer grandes benefícios à indústria, com custo nulo. Solicitar sugestões dos empregados é um excelente meio de integrá-los no desenvolvimento do sistema de minimização (ENVIRO-SENSE, 1997; EPA, 1988).

As estratégias empregadas (Quadro 2) dependem diretamente da situação do processo produtivo da indústria alimentícia e dos resíduos gerados que foram identificados na etapa de avaliação.

As embalagens constituem-se em importante fonte de resíduo sólido, por isso deve-se optar por produtos acondicionados em embalagens

QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAR RESÍDUOS

RESÍDUO	MEDIDAS MINIMIZADORAS
Material de embalagem	<ul style="list-style-type: none"> • Segregar as embalagens por tipo (plásticos, papelão, sacos de rafia, sacos de papel kraft, etc.).
Efluente proveniente das operações de limpeza dos equipamentos e das instalações	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas com água pressurizada; usar mangueiras com bico redutor para controle da vazão de água; • otimizar o sistema de limpeza (limpar os equipamentos logo após o uso, funcionários devem ser treinados para executar eficientemente a limpeza sem desperdícios); • empregar agentes de limpeza que não exijam grande consumo de água para remoção (é importante controlar a concentração das substâncias utilizadas); • programar a produção, maximizando o tamanho da batelada, período de produção para diminuir a freqüência de limpeza, bem como a seqüência de bateladas (produtos mais claros para os mais escuros); • usar sistemas <i>CIP</i> (<i>cleaning in place</i>) na higienização de equipamentos; • reutilizar, quando possível, as águas de lavagens dos equipamentos.
Água de resfriamento	<ul style="list-style-type: none"> • Empregar sistemas de resfriamento que operem em circuito fechado de modo que a água não poluente seja recirculada.
Perdas de matérias-primas e insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar auditorias regulares do material comprado e material utilizado; • eliminar condições precárias de armazenagem; • adquirir material que atenda as especificações.
Produto fora de especificação	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar manual de boas práticas de fabricação; • especificar claramente os procedimentos de operação; • treinar os funcionários para controlar de modo eficaz as variáveis de processo.

FONTE: CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995; DENNISON, 1996; ENVIRO-SENSE, 1997; EPA, 1988.

retornáveis, ou em embalagens corretamente dimensionadas. Redução no peso, tamanho e dimensões das embalagens propicia diminuição na quantidade de material que a compõe, com consequente redução do seu custo que beneficia empresários e consumidor final, além de diminuir o volume de resíduo sólido gerado (ENVIRO-SENSE, 1997).

O departamento de compras da empresa exerce importante papel, comprando a quantidade e o tipo de material requerido para o trabalho. Esta estratégia é geralmente descartada porque o sistema de preços e as leis de mercado, que regem a compra e a venda de produtos, motivam a compra de grandes volumes de material a baixos preços por unidade de volume, porém grande volume comprado só é bom investimento quando todo material é usado (ENVIRO-SENSE, 1997).

5 BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Diminuindo a quantidade de resíduos/efluentes gerados no processamento de alimentos é possível atingir benefícios ambientais e econômicos (Quadro 3).

QUADRO 3 - BENEFÍCIOS DA MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS
<ul style="list-style-type: none">• Conservação de recursos naturais (materiais e energia);• minimização do impacto ambiental;• adequação dos resíduos aos padrões da legislação ambiental;• diminuição do volume de resíduos;• melhoria nas relações da empresa com a comunidade, órgãos governamentais e grupos ambientalistas, ou seja, imagem da empresa melhorada perante a sociedade.	<ul style="list-style-type: none">• Custos reduzidos: otimização do uso de matérias-primas, menos capital destinado para o tratamento final dos resíduos, aumento da reciclagem;• melhoria do sistema de gerência da qualidade da empresa;• melhoria da estabilidade do processo, com aumento da eficiência e maior produtividade.

Fonte: Adaptado de DONAIRE, 1995; CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995.

Os principais resultados de um programa de minimização de resíduos são: redução da quantidade de material e energia desperdiçada com diminuição

dos custos financeiros associados; redução dos resíduos mediante inovações tecnológicas no processo produtivo ao invés das técnicas *end of pipe*; redução da disposição de resíduos, descargas e emissões para água, solo e ar (CRITTENDEN & KOLACZKOWSKI, 1995).

CHEREMISINOFF (1995) afirmou que mais de 99% dos custos ambientais são gastos para controle da poluição após a geração de resíduo e menos de 1% é gasto para reduzir a geração de resíduos.

6 CONCLUSÃO

A aplicação desta metodologia para minimizar os resíduos gerados no processo produtivo exige adaptações e treinamentos, resultando em benefícios econômicos e ambientais. Recomenda-se que o setor alimentício associe o ideal de proteção ambiental à qualidade do produto, garantindo que suas atividades não prejudiquem o meio ambiente. A implementação do sistema de minimização de resíduos possibilita a garantia da integridade do meio ambiente, patrimônio de todos, melhorando o desempenho da atividade industrial que é essencial para o desenvolvimento da sociedade. É fundamental empregar processos produtivos que interrelacionem a produção de alimentos com estratégias de desenvolvimento sustentável de tal modo que os recursos ambientais sejam gerenciados para atender as necessidades atuais sem danificá-los para o uso futuro.

Abstract

This work presents literature review on waste minimization in the food industry, approaching minimization techniques, methodology and strategy of implementation of the minimization system and the environmental and economic benefits provided by its implementation. It concludes that the productive processes owe integrate the food production with strategies of sustainable development, so that the environmental resources are managed to assist the current needs without damaging them for future use.

REFERÊNCIAS

- 1 ABEA. Associação Brasileira de Engenheiros de Alimentos. **Editorial.** Disponível: <http://www.geocities.com/eureka/gold/5301> [Acesso em 2 fev. 2000].
- 2 AQUARONE, E.; BORZANI, W., LIMA, U.A. **Biotecnologia:** tópicos de microbiologia industrial. São Paulo: E. Blücher, 1990. v. 2.

- 3 CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Identificação e avaliação de oportunidades de prevenção à poluição (P2) no setor industrial.** São Paulo, 1997. 37 p.
- 4 _____. **Manual para a implementação de um programa de prevenção à poluição.** São Paulo, 1998. 12 p.
- 5 CHEREMISINOFF, P. N. **Waste minimization and cost reduction for the process industries.** New Jersey: Noyes, 1995. 331 p.
- 6 CLIFT, R. Clean technology: the idea and the practice. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, Great Britain, v. 68, n. 4, p. 347-350, 1997.
- 7 CRITTENDEN, B.; KOLACZKOWSKI, S. **Waste minimization: a practical guide.** England: IChemE, 1995. 81 p.
- 8 DENNISON, M.S. **Pollution prevention: strategies and technologies.** USA: Government Institutes, 1996. 463 p.
- 9 DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa.** São Paulo: Atlas, 1995. 134 p.
- 10 EDWARDS, H.W.; KOSTRZEWA, M.F.; LOOBY, G.P. **Waste minimization assessment for a manufacture of corn syrup and corn starch.** Disponível: <http://www.nttc.edu/env/waste/csu56-27.html> [Acesso em 27 mar. 2000].
- 11 ENVIRO-SENSE. **Small Business Waste Reduction Guide.** Disponível: <http://www.epa.gov/~es> [Acesso em 25 nov. 1997].
- 12 EPA. **Waste minimization opportunity assessment manual.** Cincinnati, Ohio, 1988. 96 p.
- 13 EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** São Paulo: Livraria Atheneu, 1987. 652 p.
- 14 FREEMAN, H. M. **Industrial pollution prevention handbook.** New York: Mc Graw-Hill, 1995. 935 p.
- 15 GILBERT, M. J. **ISO 14001/ BS7750 Sistema de gerenciamento ambiental.** São Paulo: IMAM, 1995. 257 p.
- 16 IGLECIOS, C. Ecologia entra na pauta do setor alimentício. **Alimentos e Tecnologia**, São Paulo, v. 12, n. 75, p. 20-30, 1998.

- 17 MATOS, S.V.; SCHALCH, V. Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., Foz do Iguaçu, 14 a 19 set. 1997. *Anais...* Foz do Iguaçu, 1997. (Cd-rom).
- 18 NEMEROW, N. L. **Zero pollution for industry:** waste minimization through industrial complex. New York: John Wiley, 1995. 211 p.
- 19 PAWLOWSKY, U. **Curso de mestrado em tecnologia química, área de concentração tecnologia de alimentos.** Curitiba: UFPR, 1998. 105 p. Apostila da Disciplina Tratamento de Efluentes Industriais.
- 20 SCHILLING, G. E. M.; HANDA, R. M. **Curso de especialização em gerenciamento ambiental na indústria.** Curitiba: SENAI/PR-CETSAM; UFPR, 1998. [150] p. Apostila da Disciplina Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
- 21 SEABRA, F.; DARÓS, L. L.; PEREIRA, M. F. A ISO 14000 e a competitividade da indústria têxtil no Mercosul: o caso da Hering S.A. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., Porto Alegre, 26 a 28 out. 1998. *Anais...* Porto Alegre, 1998. v. 2, p. 24-31.
- 22 SILVA, M.L.P. Por que vale adotar a produção limpa. **Bq-qualidade**, São Paulo, v. 8, n. 77, p. 76-78, out. 1998.
- 23 VALLE, C.E. **Qualidade ambiental:** o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995. 113 p.
- 24 WAJNSZTAJN, G.M.; LEAL, C.A. Obstáculos a implantação da gestão ambiental numa empresa: estudo de caso de uma refinaria de petróleo do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., Rio de Janeiro, 10 a 14 maio 1999. *Anais...* Rio de Janeiro, 1999. (Cd-rom).