



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto de Tecnologia de Alimentos

Governador do Estado

Geraldo Alckmin

Secretário de Agricultura e Abastecimento

João Carlos de Souza Meirelles

Secretário Adjunto

Lourival Carmo Mônaco

Chefe de Gabinete

Teresa Ferrari

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

José Sidnei Gonçalves

Diretor do Instituto de Tecnologia de Alimentos

Luis Madi

A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E O MEIO AMBIENTE

Grupo Especial de Meio Ambiente do ITAL

Silvia P. M. GERMER

Eng^a de Alimentos, M.Sc.

Pesquisadora do FRUTHOTEC

Airton VIALTA

Biólogo, D.Sc.

Pesquisador do TECNOLAT

Anna L. MOURAD

Química, M.Sc.

Pesquisadora do CETEA

Marise B. QUEIROZ

Eng^a de Alimentos, M.Sc.

Pesquisadora do CEREAL CHOCOTEC

Manuel PINTO NETO

Eng^o Mecânico, M.Sc.

Pesquisador do CTC

Valéria C. A. JUNQUEIRA

Bióloga, D.Sc.

Pesquisadora da MICROBIOLOGIA

ITAL

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Av. Brasil, 2880 • Caixa Postal 139 • CEP 13073-001 • Campinas • São Paulo
Tel: (0**19) 3743-1840 • Fax: (0**19) 3242-3104
<http://www.ital.org.br>

PANORAMA DAS PRINCIPAIS QUESTÕES AMBIENTAIS E TRATADOS INTERNACIONAIS

Silvia Pimentel Marconi GERMER

1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra passa, devido à ação antrópica, por grandes transformações em seu ambiente natural, que se não mitigadas ou contornadas, colocarão em risco a qualidade de vida das gerações futuras. Ações do ser humano desde os primórdios da humanidade, tais como a caça e a agricultura, e mais recentemente a atividade industrial, com o advento da revolução Industrial no século XIX, vêm impactando o meio ambiente de forma irreversível.

Neste contexto, vários esforços de organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas, ONU, e de Organizações Não-Governamentais (ONGs) mundiais, têm provocado discussões e ações no sentido de reverter este processo.

Nas últimas décadas, várias conferências, reuniões, tratados e protocolos tiveram como tema central a questão ambiental. Um esforço mundial está ocorrendo para dimensionar o prejuízo ambiental e, principalmente, para proporem alternativas. As dificuldades são enormes, pois as alterações exigem mudanças significativas nos processos produtivos, no estilo de vida moderna, e principalmente, conflitam com os interesses econômicos vigentes. Os resultados são lentos, porém, a situação poderia ser muito pior se a humanidade não tivesse despertado para a questão ambiental neste final de milênio.

2. PRINCIPAIS QUESTÕES AMBIENTAIS

São muitos os problemas resultantes da ação do homem na natureza, entre eles destacam-se: aumento da temperatura da terra (efeito estufa); esgotamento dos recursos naturais não-renováveis (petróleo, carvão); esgotamento dos recursos hídricos; destruição da camada de ozônio; perda de biodiversidade; contaminação e esgotamento dos recursos dos oceanos; acidentes ambientais; degradação dos solos; supercrescimento da população humana; proliferação de doenças.

3. EFEITO ESTUFA

A temperatura da Terra está aumentando devido à concentração de gases na atmosfera, principalmente dióxido de carbono (CO_2). É o chamado efeito estufa. A energia, na forma de radiações infravermelhas, é transmitida pelo sol e quando chega à superfície da Terra é refletida, sendo que parte é absorvida pela atmosfera. A presença de carbono na atmosfera garante o equilíbrio térmico, formando uma redoma protetora, caso contrário, a Terra teria temperaturas negativas. Porém, o excesso destes gases na atmosfera provoca absorção excessiva, causando um sobreaquecimento. Tem sido observado um aumento de 1% ao ano na quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Outros gases, tais como metano, óxidos nitrosos e vapor d'água, também têm influência neste efeito. Há uma previsão alarmante, resultado de inúmeros trabalhos científicos de grupos de pesquisa em mudanças climáticas, de que haverá um aquecimento de $5,8^\circ\text{C}$ na temperatura média da Terra neste século, mantendo-se o atual estado de desenvolvimento. Várias são as atividades que causam a emissão de gases, dentre elas, a principal é a queima de combustíveis fósseis, seguidas de práticas agrícolas, desmatamento, queima de florestas e alteração no uso dos solos.

4. DEPLEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

O ozônio é um gás rarefeito, composto de três átomos de oxigênio e que se concentra nas camadas superiores da atmosfera (a 15km da superfície) filtrando os raios ultravioletas das transmissões solares. Satélites americanos identificaram, na década de 80, falhas nesta camada, principalmente nos pólos, totalizando uma área de 15% da superfície terrestre. Investigações científicas atribuíram aos gases CFCs (clorofluorocarbonos) a principal responsabilidade por este efeito. Tais compostos foram largamente empregados como propêntes de sprays, motores de aviões, circuitos de refrigeração, no processo de formação de espuma de plástico, na produção de chips e outros. Os CFCs têm vida útil de 75 anos e decompõem as moléculas de ozônio, combinando com o oxigênio, e formando gás cloro.

Os chamados "buracos na camada de ozônio" provocam uma maior exposição da Terra aos raios ultravioletas e consequências são atribuídas a este fenômeno, tais como aumento na incidência de câncer de pele e cataratas oculares, além de prejuízos ao sistema imunológico humano, efeitos danosos sobre as algas e animais marinhos, e impacto negativo sobre alguns dos principais cultivos agrícolas.

5. POLUIÇÃO DOS OCEANOS

A situação atual dos oceanos é bastante crítica do ponto de vista ambiental, sendo que os principais problemas são o excesso de despejos e rejeitos tóxicos que escoam das águas poluídas dos rios, e que vazam das plataformas de exploração de petróleo e de navios petroleiros em acidentes ambientais, além da deposição de resíduos radioativos. Calcula-se que, anualmente, aproximadamente 500 mil toneladas de petróleo são despejadas no mar, e 90 mil toneladas de resíduos radioativos foram colocadas no fundo dos oceanos, nas décadas de 60 a 90. Há ainda a pesca predatória, que tem causado a extinção de várias espécies, alterando o equilíbrio ecológico dos mares.

Pesquisas realizadas por grupos de estudos sobre mudanças climáticas prevêem a possibilidade, durante este século, da elevação do nível dos mares, em 80cm. Esta elevação será causada pelo degelo das regiões polares, provocado pelo aquecimento global, o que trará consequências trágicas às populações e aos ecossistemas costeiros.

6. ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS

A água é um dos recursos naturais mais ameaçados. Atualmente 1 bilhão de pessoas vivem com falta moderada ou severa de água, e há previsões de que 30% da população mundial serão atingidos pela escassez em 2050.

Embora abundante no planeta, 97% da água se encontram nos oceanos, portanto, na forma salgada, com aproveitamento bastante difícil. Do montante de água doce, aproximadamente 77% estão na forma de geleiras e lençóis glaciais, 22% em lençóis subterrâneos e somente 1% está na superfície, portanto, com potencial de aproveitamento. Como não há tecnologia viável para o aproveitamento efetivo de águas subterrâneas, resulta-se que a quantidade de água disponível é ainda mais reduzida.

Fato agravante é a distribuição geográfica de água, que não coincide com a distribuição da população. As principais reservas de água se localizam em regiões de baixa população, sendo rara em regiões superpopulosas. Há ainda o problema do aumento demográfico, crítico nas regiões pobres e superpopulosas, e o baixo nível de tratamento de esgotos.

7. PRINCIPAIS ACIDENTES AMBIENTAIS

Ao longo das últimas décadas, muitos acidentes ambientais motivaram o início das discussões e conferências ambientais e provocaram os acordos e tratados. Os principais, em termos de proporções e impactos, e que mobilizaram a opinião pública foram:

- Entre 1945 a 1962, 423 detonações nucleares foram realizadas pelos EUA, Grã-Bretanha, França e União Soviética, provocando forte radiação nas regiões de teste;
- Em 1952, houve chuva de granizo com radioatividade na Austrália, causada por testes nucleares em ilhas do Oceano Pacífico;
- Em 1953 foi registrada chuva ácida em Nova York, causada principalmente por testes nucleares no Oceano Atlântico;
- Os testes Nucleares realizados pelos EUA, em 1954, sobre o atol de Bikini provocaram contaminação de 18mil km² do oceano;
- Em Minamata, Japão, em 1956, houve contaminação por mercúrio causada por despejo de catalisadores no mar;
- Em 1967, ocorreu o naufrágio do petroleiro Torrey Canyon na costa da Inglaterra, causando poluição de longas extensões de praias da região da Cornualha;
- Mais de mil derramamentos de petróleo foram registrados nos EUA, em 1969;
- Em 1977, em Louisville, Kentucky, EUA, ocorreu contaminação da estação tratamento de esgoto por hexaclorociclopeno causada pela empresa Chen Dine;
- Em 1980, ocorreram vários abortos involuntários com anomalias em fetos em Cubatão (Polo Petroquímico e Siderúrgico) e casos de problemas pulmonares na população;
- Ainda em Cubatão, em 1984, ocorreram explosões causadas por vazamento de gás, provocando morte de 150 pessoas na favela de Vila Socó;
- Na Cidade do México em 1984, explosões de botijões de GLP em refinaria causaram a morte de 800 pessoas e chuva de cinzas;
- Em Bhopal (Índia), 1984, houve vazamento de 25t de isocianato de metila da fábrica Union Carbide, causando a morte de 3000 pessoas e intoxicação de mais de 200.000;

- Em 1986, ocorreu o principal acidente nuclear da história, em Chernobil, URSS, causado pela explosão do reator atômico. A radiação foi 30 vezes maior que em Hiroshima. Previsão de que 100 mil pessoas sofrerão com problemas de câncer nos 100 anos seguintes;

- Em 1987, aconteceu o acidente com Césio 137 em Goiânia;
- Em 1989, ocorreu o acidente com o petroleiro Exxon Valdez no Alasca, causando o derramando 40.000m³ de petróleo e provocando grande mortandade de peixes, baleias, aves focas.

8. EVOLUÇÃO DOS TRATADOS

8.1 Início das Discussões Ambientais na Década de 60

Na década de 60, iniciaram-se, de forma ainda insipiente, algumas discussões sobre os problemas ambientais. Em 1960, foi organizado o Clube de Roma, ampla reunião de governantes para debates e decisões sobre questões econômicas e políticas do pós-guerra, e que foi palco da primeira abordagem internacional sobre problemas ambientais, especificamente sobre os critérios no uso dos recursos hídricos superficiais.

8.2 Conferência de Estocolmo em 1972

Em 1972, na Suécia, foi organizada pela ONU, a Conferência de Estocolmo com a participação de 113 países, e que se consagrou como a primeira grande reunião internacional sobre o tema Meio Ambiente. Na conferência, as preocupações se concentraram no fenômeno das chuvas ácidas, nas discussões das políticas de controle da poluição do ar, e das águas, além do consumo de recursos naturais não-renováveis. A conferência acelerou a constituição dos organismos institucionais de controle ambiental em vários países. No Brasil, foram criados os órgãos de controle ambiental nos níveis nacional (SEMA) e estadual, tais como CETESB (SP), FEEMIL (Rio de Janeiro). Foram criadas várias Organizações Não-Governamentais Ambientais neste período. Os principais resultados da Conferência de Estocolmo foram o documento "Declaração sobre o Ambiente Humano" (Declaração de Estocolmo); a criação do "Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente" (PNUMA), organismo coordenador das discussões ambientais junto aos governos, comunidades científicas, indústrias, ONGs; e principalmente, que a questão ambiental passa a ser uma preocupação global e, de forma definitiva, torna-se pauta das negociações internacionais.

8.3 Década de 70 – Fase do Controle Ambiental

O movimento ambiental na década de 70, no geral, foi centrado no controle ambiental, marcado pelo estabelecimento de políticas de controle de poluição ambiental, principalmente do ar e da água; criação de diversas organizações internacionais com o objetivo de discutir os problemas ambientais a nível mundial, tais como Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP); Relatório da Comissão da Comunidade Europeia para Proteção ao Meio Ambiente e do Consumidor; Comissão do Meio Ambiente da Otan (CCMS).

8.4 Década de 80 – planejamento ambiental

Na década de 80, a questão ambiental evoluiu para o planejamento ambiental. Em 1982, foram comemorados, em Nairóbi, 10 anos da Conferência de Estocolmo. Esta oportunidade foi aproveitada para o aprofundamento do debate ambiental internacional, e uma nova preocupação toma forma, que é a questão dos resíduos sólidos resultantes das atividades humanas, e a conseqüente contaminação dos solos. Foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento pela ONU, que fez constatações e previsões alarmantes: o crescimento populacional deverá estabilizar apenas em 2010 com uma população de 8 a 14 bilhões, sendo que mais de 90% do crescimento ocorrerão nos países pobres; provocando, em conseqüência, grave crise urbana; com o crescimento da pobreza o uso racional dos recursos naturais deverá ser prejudicado; há uma grande disparidade de níveis de consumo: 25% da população mundial consomem 75% de energia primária, 75% dos metais e 60% dos alimentos produzidos. Em 1987, a referida comissão apresentou o relatório "Nosso Futuro Comum", onde é definido o conceito de "Desenvolvimento Sustentável", isto é, desenvolvimento tal que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades. Este conceito, a partir de então, permeará todos os debates, atividades e projetos de desenvolvimento. Embora sendo um conceito claro e abrangente, trata-se de uma mudança de paradigma, questiona o desenvolvimento humano, que carece ser redefinido, confrontando-se com os grandes interesses econômicos.

Ainda na década de 80, como já mencionado, outros acontecimentos marcaram as discussões ambientais. Em 1987, foi identificado que o cloro, presente nos compostos clorofluorocarbono (CFC), é o principal responsável pela redução da camada de ozônio. No mesmo ano, foi assinado o Protocolo de Montreal, onde 57 países se comprometiam a reduzir em 50% a produção de CFC. Em junho de 1990, o acordo foi ratificado pela ONU recomendando o

término gradativo da produção de CFC até 2010. Mais de 90 países aderiram ao acordo, inclusive o Brasil. Surgem, em vários países, os partidos políticos "Verdes", que têm como base de seus programas de governo a preocupação ambiental. Em 1986, segundo tendência mundial, o CONAMA publicou a Resolução 01 instituindo a obrigatoriedade da realização de Estudos de Impactos Ambientais (EIA-RIMA) para qualquer empreendimento que pudesse trazer prejuízo aos meios físico, biológico ou sócio-econômico. Acentua-se a preocupação com a disposição de resíduos sólidos, cada vez mais problemática nos grandes centros.

8.5 Década de 90 – Fase da Gestão Ambiental e Globalização dos Conceitos

A década de 90 ficou conhecida como a Fase da Gestão Ambiental e de Globalização dos Conceitos Ambientais. Em 1990, a Abiquim, Associação Brasileira de Indústrias Químicas, elaborou e recomendou ao setor a adoção da Atuação Responsável (*Responsible Care*). Os princípios foram fundamentados nos procedimentos de atuação, elaborados pela indústria canadense em 1985, após vários acidentes ambientais envolvendo indústrias químicas no mundo, principalmente, o acontecido na Indústria da Union Carbide, em Bhopal, Índia. Em 1991, foi promulgada pela Câmara do Comércio Internacional, CCI, a Carta de Roterdã, com 16 princípios. A CCI é uma entidade internacional, sediada em Paris e que congrega os interesses do setor produtivo. A Carta de Roterdã, ou "Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável", apresenta um consenso do setor quanto à aplicação do conceito do desenvolvimento sustentável no setor industrial. Este documento tem sido a base para as ações das organizações empresariais quanto às questões ambientais. Em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92 conhecida como a Conferência de Cúpula da Terra.

8.6 Conferência do Rio de Janeiro em 1992

A Conferência do Rio de Janeiro contou com a presença de 178 países e a participação de 112 chefes de estado e teve como objetivo discutir as conclusões e propostas apresentadas no relatório "Nosso Futuro Comum". Foram dois eventos paralelos, a Conferência das Nações Unidas, com os governantes presentes, e o Fórum Global, reunindo setores independentes da sociedade, tais como ONGs, indústrias, povos tradicionais, etc. Os principais documentos resultantes da conferência foram: "Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento" (ou "Carta da Terra"), com 27 princípios básicos de parceria global, envolvendo todos os setores; Declaração sobre Florestas;

Convenção sobre a Diversidade Biológica; Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas, que discute a estabilização dos gases estufa; e Agenda 21, amplo roteiro de ação a ser implementado a partir de então e desdobrado no século XXI pelas Organizações das Nações Unidas, governos, agências de desenvolvimento, e grupos setoriais. Os documentos resultantes da Eco92 são interdependentes e o foco é a convicção de que a humanidade chegará a um momento histórico de redefinição de sua trajetória. Pode-se melhorar o padrão de vida dos excluídos, administrar e proteger melhor os ecossistemas e tornar realidade um futuro mais próspero. O secretário-geral da Conferência, Maurice Strong, declarou na abertura da Agenda 21, que nenhuma nação poderia alcançar este desafio sozinho, porém, isto seria possível com uma parceria global, visando o desenvolvimento sustentável.

Em 1997, foi realizada a Conferência Rio+5 para avaliação dos resultados dos trabalhos realizados em decorrência da Eco92 e reavaliação da necessidade de se perseguir o desenvolvimento sustentável. No mesmo ano, como resultado do Simpósio do Comitê de Vigilância sobre a Crise Ambiental do Século XXI foi promulgada a Declaração de Tóquio, documento que aborda questões do ecossistema global.

8.7 Protocolo de Kyoto

Em 1997, foi organizada a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima em Kyoto, Japão, para redefinição dos padrões de crescimento mundial, considerado como responsável pelo aquecimento global. A conferência, uma reunião do COP (Conferência das Partes), resultou em uma proposta concreta para o início de um processo de estabilização das emissões de gases geradores de efeito estufa. Toda a discussão teve como base o relatório do IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima, que apresenta resultados conclusivos sobre o efeito de determinados gases no aquecimento global. Os países foram divididos em dois grupos: Anexo I e Não Anexo I. Do primeiro grupo, fazem parte os países desenvolvidos, que teriam o compromisso de reduzir, no período de 2008 a 2012, suas emissões em 5,8% dos níveis de emissões de 1990. Estes países são responsáveis por 55% das emissões globais, entre eles estão os EUA, Comunidade Européia, Canadá, Rússia, Japão. O segundo grupo são os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, que estariam dispensados de reduzir suas emissões de gases na primeira fase do programa. O Brasil, responsável por 6% das emissões aos níveis de 1990, faz parte do segundo grupo. Foram, porém, discutidos mecanismos de flexibilização, isto é, mecanismos pelos quais um país, que não queira reduzir suas emissões, possa atingir suas metas por meio de ações

em outros países. Um deles é o Mecanismo de Comércio de Emissões e Implementação Conjunta, que seria um instrumento permitindo que um país industrializado contabilize, por meio de compra e venda, reduções realizadas em outro país pelo CRE-Certificados de Emissão Reduzida. Outro caminho é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL/CDM), que é um possível financiamento, feito por país do Anexo I, em projetos de redução de emissão em país do Não Anexo I, e compra de volume de redução de emissão resultante dessas iniciativas. Foram consideradas ações elegíveis como medidas de redução: a redução de emissões por meio do aumento da eficiência energética, do uso de fontes e combustíveis renováveis, da adoção de melhores tecnologias e sistemas para o setor produtivo e de transporte; resgate de emissões por meio de sumidouros e da estocagem dos gases de efeito estufa retirados da atmosfera, como por exemplo a injeção de CO_2 em reservatórios geológicos, ou atividades relacionadas ao uso da terra como aflorestamento e reflorestamento.

A grande inovação destas discussões é a quantificação da redução de emissão por tonelada de CO_2 , dando origem aos CER, Certificados de Emissão Reduzida, que passam a ter um valor tangível, e que deverão se tornar uma "commodity", isto é, ser comercializados entre empresas e/ou nações, tendo porém o foco na situação ambiental global.

Para entrar em vigor, o Protocolo de Kyoto deveria ser ratificado por pelo menos 55% dos países signatários e também por pelo menos 55% dos emissores de 1990. Em julho de 2001, houve outra reunião do COP em Bonn, Alemanha, e os Estados Unidos, responsáveis por 25% das emissões de gases de efeito estufa em 1990, se retiraram das negociações. Mesmo com a pressão americana contrária, 178 países aprovaram o Protocolo. Alguns acordos, porém, foram necessários, o que resultou em um entendimento controverso em relação ao sucesso das negociações. A meta de redução ao nível de 1990, que inicialmente era de 5,8%, baixou para 2%, e limitou-se o comércio de CRE em 10%. Entretanto, houve pontos positivos inovadores como a aprovação da consideração de áreas agrícolas e pastagens como sumidouros de CO_2 (proposta apresentada pelo Brasil) e a constituição de um fundo de compromisso de US\$30 milhões para financiamento de projetos. Outra reunião do COP foi feita em novembro de 2001 em Marrakesh, Marrocos, para reavaliação das propostas e discussão da operacionalização das decisões.

Em fevereiro último, o governo americano, que se retirou das negociações, anunciou um pacote alternativo ao Protocolo de Kyoto, a ser adotado em seu país. Pressionado por ambientalistas e pela opinião pública mundial, o governo americano propôs que haja um compromisso de redução de emissão de gases de efeito estufa proporcional ao crescimento do PIB americano, criando incentivos para empresas que adotem medidas de redução

e criando fundos para pesquisas em fontes alternativas de energia. Os especialistas consideraram que, embora tenha havido uma revisão na posição do atual governo americano, as medidas são muito tímidas, pois resultariam em redução bastante inferior àquela proposta pelo Protocolo de Kyoto. Considerando que já houve um crescimento de 11% das emissões americanas desde 1990, e que pode haver ainda um aumento de 12% nos próximos 10 anos, ao final de 2012, os EUA poderão estar emitindo 35% além do deveriam, segundo o Protocolo de Kyoto.

Muitas negociações e discussões serão necessárias nas tentativas mundiais de redução da emissão dos gases de efeito estufa. Interesses econômicos permeiam estas decisões. Há, porém, um consenso mundial de que, definitivamente, alguma coisa precisa ser feita.

9. O SETOR INDUSTRIAL E O MEIO AMBIENTE

O setor industrial é sem dúvida nenhuma, uma das principais atividades humanas responsáveis pela degradação do meio ambiente, poluindo água, ar e solo, além de consumir recursos naturais contribuindo para seu esgotamento.

As organizações industriais, pressionadas, têm tomado ações no intuito de mitigar seus impactos e assumir suas responsabilidades ambientais nos seus processos produtivos, dentro do conceito "do berço ao túmulo", se preocupando desde a obtenção da matéria-prima até a disposição final de resíduos.

A ação da ABIQUIM, já citada anteriormente, na aprovação e recomendação do *Responsable Care*, seguindo a tendência mundial, é um exemplo contundente da resposta do setor aos problemas ambientais gerados e uma tentativa bastante eficaz de minimização de seus impactos.

A Câmara de Comércio Internacional, congregando o setor industrial mundial, iniciou um processo de discussão de estruturas lógicas de sistematização da gestão ambiental, compatibilizando interesses de qualidade e produtividade. Dessa iniciativa, surgiu na década de 90, o conceito do Sistema de Gerenciamento Ambiental, formalizado pela *British Standard Institution* na Norma "BS 7750 – *Specification for Environmental Management System*", que foi o embrião das normas da série ISO 14.000.

Em 1991, foi organizada a II Conferência Mundial da Indústria, na Holanda, com o objetivo de obter um consenso do setor para ser apresentado na Conferência do Rio de Janeiro a ser realizada no ano seguinte. Nesta ocasião,

foi promulgada a "Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável", ou mais conhecida como "Carta de Roterdã", documento que tem servido de base para a maior parte das políticas ambientais adotadas pelas organizações empresariais.

Sensibilizada por umas séries de ações no âmbito internacional e sentindo a necessidade de avaliar a questão ambiental, a ISO, *International Organization for Standardization*, entidade não-governamental que congrega as entidades mundiais de normalização, criou em 1991 a SAGE, *Strategic Advisory Group on Environment*, para propor ações necessárias. Os trabalhos da SAGE resultaram na criação do Comitê Técnico 207 – Gestão Ambiental (TC-207). O Comitê se reuniu primeiramente, em 1993, no Canadá e iniciou os trabalhos que resultaram na Série de Normas ISO 14.000, que é um conjunto de ações sistematizadas para gestões ambientais, passível de certificação por terceira parte.

A família ISO14.000 é um conjunto de normas que fornecem ferramentas para estabelecer um modelo de sistema de gestão ambiental, buscando uma melhoria contínua. A família ISO14.000 está subdividida nas seguintes normas: ISO14.000/1 e 4, que tratam da Gestão Ambiental; ISO 14.010/11 e 12, que tratam da Auditoria Ambiental; ISO14.020/21/22/23/24/25 que tratam da Rotulagem Ambiental; ISO14.040/41/42 que regulamentam a Análise de Ciclo de Vida; ISO14.031 que regulamenta Avaliação de Desempenho Ambiental.

A série de Normas ISO14.000 visa integrar os sistemas produtivos na otimização do uso dos recursos ambientais e está fundamentado nos seguintes princípios: comprometimento com a melhoria contínua e a prevenção da poluição; atendimento à legislação ambiental do país e requisitos do mercado; estabelecimento de metas e objetivos ambientais; avaliação e monitoramento do atendimento aos seus objetivos e metas; conscientização e treinamento do pessoal envolvido; comunicação a todas as partes interessadas; avaliação crítica do desempenho ambiental e adoção de medidas corretivas.

No Brasil, a ISO14.000 foi implementada em 1996, por meio da ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnica, reconhecida pelo governo Brasileiro como o Fórum Nacional de Normalização, e que tem acento na ISO como membro participante, com direito a voto. Segundo a publicação Revista Meio Ambiente Industrial (Jul/ago, 2001), 350 empresas são certificadas no Brasil. Este número é considerado pequeno se comparado ao número de países como Japão e Alemanha, que contam respectivamente com 3992 e 2300 empresas certificadas.

10. PERSPECTIVAS PARA A QUESTÃO AMBIENTAL

Sem dúvida alguma, o tema Meio Ambiente é hoje pauta nos grandes encontros internacionais dos setores governamentais, não-governamentais, e empresariais. Com exceção vergonhosa do governo dos Estados Unidos, boa parte dos governantes, respeitando suas limitações é verdade, têm desdobrado em seus programas, as decisões ambientais das reuniões internacionais tomadas em conjunto. Neste contexto, resta ao mundo cobrar da nação mais rica, e portanto, de maior responsabilidade com a degradação ambiental, mudanças que atendam às necessidades globais, sob risco de se perder os esforços empreendidos até o momento.

Resta saber, o quanto do que é discutido nos níveis mais amplos é colocado em prática nos países, e sua eficácia na mitigação dos impactos ambientais. O quanto que as autoridades públicas no Brasil em particular, nos vários níveis, isto é, nacional, estadual e municipal, têm empenhado de esforços para mitigar os impactos ambientais. Sabe-se que recursos devem ser priorizados para tais atividades, o que constitui uma dificuldade para os governos. Porém, esta não é uma barreira intransponível, pois muitos recursos internacionais estão disponíveis para projetos ambientais. Do Governo Federal, além de recursos que também existem nos afins, espera-se também incentivos na forma de isenções de impostos para projetos ambientais. Como já mencionado, os vários setores da sociedade estão se organizando de alguma forma. A Agenda 21 é um excelente roteiro a ser seguido por todos os níveis da sociedade.

Muitas empresas, mesmo não causando impactos ambientais, têm optado por uma atuação com responsabilidade social com o meio ambiente, isto é, fazem a sua tarefa para contribuir na manutenção/recuperação deste. Portanto, todos são atores na questão ambiental e agindo localmente, contribuir-se-á globalmente para a manutenção da qualidade de vida do planeta e permitir-se-á que as gerações futuras também usufruam de seus recursos com a mesma qualidade.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BOLETIM MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Rio de Janeiro: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. [sdl], 35p.

FAVA NEVES, F.R.C.; LAZZARINI, S.G. **Alimentos:** novos tempos e conceitos na gestão de negócios. São Paulo: Ed. Guazzelli, 2000. 129p.

FOLHA MEIO AMBIENTE, Brasília, ano 12, n.118, ago. 2001.

MANUAL ISO14001: interpretação e implementação. Bureau Veritas, São Paulo: Departamento de Qualidade, Segurança e Meio Ambiente, 2000.

NEWTON CASTRO *et al.* **A questão ambiental e as empresas.** Brasília: Sebrae, 1998. 240p.

QUIRINO, T.R.; IRIAS, L.J.M.; WRIGHT, J.T.C. **Impacto Agroalimentar: perspectivas,** problemas e prioridades. São Paulo: Editora Blucher, 1999. 184p.

REVISTA BANAS AMBIENTAL, ano 2, n.12, junho 2001, p.12-22.

IMPACTO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Anselmo VÉRAS

1. INTRODUÇÃO

A produção, transformação e preparação de alimentos utilizam grande quantidade de recursos naturais e geram resíduos de diversos tipos. A produção de grãos, quer seja para alimentação humana ou animal, frutas, verduras e legumes utilizam grandes extensões de solo e volumes cada vez mais elevados de água. A criação de animais produz resíduos sólidos de alta capacidade contaminante, principalmente por sua deposição, *in natura*, no solo ou em rios e lagoas. Na fase de industrialização, temos o consumo de energia, tanto elétrica como térmica, e a produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Mesmo após o ciclo de produção estar completo e o produto final chegar às mãos do consumidor, o impacto ambiental deste produto continua a existir, principalmente devido ao descarte de sobras de preparação e embalagens utilizadas.

O objetivo deste trabalho é apresentar alguns comentários sobre a poluição gerada nos principais tipos de processos de industrialização de alimentos e as formas de tratamento e manejo de resíduos e efluentes disponíveis.

2. INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES

2.1 Suínos e Bovinos

A criação de suínos se faz, na maior parte dos casos, em confinamento, gerando elevada quantidade de resíduos líquidos e sólidos, na forma de dejetos, e odor desagradável. O sistema adotado para tratamento dos dejetos é o de separação da fase sólida, geralmente em esterqueiras, com sua deposição no solo. A fase líquida é tratada em lagoas, geralmente anaeróbias ou facultativas, seguindo daí para lançamento em cursos d'água. Algumas vezes esta fase líquida é utilizada para fertirrigação diretamente da esterqueira, outras vezes é lançada, também, diretamente da esterqueira, em cursos d'água. Este modelo tem causado degradação de grandes áreas de solo e poluição dos recursos hídricos tanto de cursos d'água quanto de lençóis freáticos.

Este tipo de modelo também é utilizado na criação de bovinos em confinamento.

O controle da poluição, nestes casos, começa por um manejo adequado da criação pela utilização de bebedouros "ecológicos", comedores (distribuidores de ração) mais eficientes e higienização adequada das baias, com a remoção a "seco" dos dejetos sólidos, sempre que possível.

A separação das fases sólida e líquida deve ser feita a mais rápida possível. Em instalações maiores recomenda-se a utilização de prensas, peneiras ou microfiltros. Em pequenas instalações devem ser utilizados tanques de decantação. O material sólido separado ou retido deverá sofrer um processo de estabilização, de preferência com a utilização de fermentação controlada, para sua transformação em biofertilizante agrícola. A aplicação deste material no solo deverá ser feita de forma controlada, considerando-se as taxas de aplicação obtidas após estudo criterioso do tipo de solo e da cultura a ser desenvolvida. Esta taxa de aplicação irá variar dependendo de diversos fatores, a saber: proximidade de cursos d'água; profundidade do lençol freático; permeabilidade do solo; características geofisiológicas e outras.

A fase líquida deverá ser encaminhada para tratamento biológico com a utilização de tanques ou lagoas. O destino final do efluente líquido irá determinar as características a serem adotadas no tratamento biológico. Se o destino final do efluente for a irrigação de áreas agrícolas, haverá maior tolerância quanto aos índices de remoção de material orgânico e de fósforo e nitrogênio. Neste caso, deverão ser adotadas as medidas recomendadas para a determinação das taxas de aplicação de resíduos, já referidas quando da discussão dos dejetos sólidos. Caso o destino final seja um curso d'água, os parâmetros de lançamento são mais rigorosos, principalmente quanto às taxas de fósforo e nitrogênio, sendo necessária a instalação de fases de nitrificação e desnitrificação, de preferência com a utilização de aeração.

A utilização de processos microbiológicos controlados tem sido uma alternativa viável para a adequação das instalações de tratamento, com o aproveitamento das construções existentes (canaletas, esterqueiras, tanques, lagoas) e, também, para a compostagem de cadáveres de animais mortos durante o processo de crescimento.

2.2 Aves

A criação de aves, principalmente frangos de corte em confinamento apresenta, como principal fonte de poluição, o descarte da "cama" utilizada. Recentemente (2001), as autoridades sanitárias brasileiras determinaram a

proibição da utilização deste material para a alimentação animal, criando-se a necessidade de encontrarmos destino ecologicamente correto para este resíduo.

A adoção de manejo apropriado, com a redução do desperdício de água e ração, é o primeiro ponto a ser adequado. A utilização de técnicas de biotransformação da cama em fertilizante, por meio de fermentação controlada, nos parece uma boa alternativa. O material resultante poderá ser aplicado no solo, seguindo-se as recomendações feitas para os dejetos de suínos.

2.3 Abate e Industrialização

O abate e industrialização de animais apresentam-se como fonte importante de poluição do meio ambiente, devido à geração de resíduos líquidos, sólidos e gasosos. Apresentamos, a seguir, a descrição de cada um destes resíduos e comentários sobre a forma de tratamento.

2.3.1 Resíduos gasosos

As principais fontes destes resíduos são as caldeiras, utilizadas para a geração de vapor, e as instalações para preparação de farinhas (digestores).

As caldeiras são fontes de resíduos particulados e compostos resultantes da queima de combustíveis, tanto fósseis (petróleo) como vegetais (lenha) e minerais (carvão). O controle desta poluição se faz com a adoção das medidas preventivas e de controle recomendadas pela legislação (instalação de filtros, regulagem de queima, análises de gases, tratamento da água de purga, etc.).

Os digestores são fonte de resíduos orgânicos voláteis e odores desagradáveis. A instalação de lavadores de gases e filtros, geralmente biológicos, resolve o problema na maior parte dos casos.

2.3.2 Resíduos sólidos

Estes resíduos são compostos, em sua maioria, por descartes de processo, resíduos do processo de tratamento de efluentes e lixo orgânico e inorgânico.

Lixo

A adoção de coleta seletiva de lixo é o primeiro passo a ser dado. A parte reciclável pode ser vendida para empresas especializadas. O lixo orgânico poderá ser destinado à preparação de subprodutos a serem reutilizados na

alimentação animal (farinhas) ou adubação agrícola (compostagem). É importante observarmos, que a utilização de resíduos orgânicos de processo na alimentação animal vem sofrendo restrições de uso em todo o mundo, sendo que a tendência atual é de que seja proibida sua utilização. Assim, o processo de biotransformação destes resíduos em fertilizante é uma alternativa que merece ser estudada com atenção, principalmente devido à possibilidade de geração de biogás em uma das partes do processo de fermentação.

Descartes do processo

Estes descartes são compostos, em sua maioria, por vísceras e penas (aves). Atualmente são destinados à preparação de farinhas em digestores. Também aqui estamos diante da crescente restrição à utilização destes materiais em alimentação animal. A exemplo do descrito no item anterior, devem ser estudadas alternativas viáveis para estes resíduos.

Resíduos sólidos do tratamento de efluentes

O maior volume destes resíduos é composto de resíduos das peneiras, da borra dos flotadores e do lodo proveniente dos processos biológicos.

Os resíduos das peneiras são, em parte, destinados à fabricação de farinhas (linha vermelha), sendo este o destino comumente dado, também, à borra dos flotadores. É importante comentarmos que a utilização destes resíduos nos digestores causa problemas sérios de qualidade da farinha produzida, exigindo cuidados especiais no processo e dificultando a sua operação.

Os resíduos das peneiras da linha verde (recepção, sangria, escalda) não devem ser enviados para a fabricação de farinhas, principalmente devido à sua contaminação microbiológica. Os resíduos dos flotadores em que se utilizam produtos químicos também devem ser utilizados com cautela na preparação de farinhas devendo ser destinados, preferencialmente, à biotransformação para uso agrícola controlado, com ou sem produção intermediária de biogás. Atualmente estão sendo disponibilizados no mercado coagulantes e polímeros orgânicos derivados de celulose, amido e açúcar destinados à remoção de óleos e graxas por flotação gerando um material que pode ser processado nos digestores sem grandes problemas, principalmente devido à ausência de íons metálicos (ferro e alumínio). O desafio, na utilização destes novos compostos, é encontrar-se o equilíbrio ideal entre o custo e o benefício.

Os resíduos sólidos, principalmente lodo, das estações de tratamento de água potável também devem ser tratados como os resíduos dos flotadores, uma vez que, em sua maior parte, contêm quantidades significativas de produtos

químicos, em sua maioria sais de alumínio. A presença de organoclorados também deve ser considerada caso seja utilizada a técnica de hipercloração para eliminação de matéria orgânica dissolvida na água bruta.

Os descartes de lodo biológico proveniente dos sistemas de lodo ativado ou reatores anaeróbios, devem ser desaguados e estabilizados, de preferência com a utilização de microrganismos, antes de sua aplicação em áreas agrícolas. Atualmente a metodologia mais utilizada para o manejo deste lodo é a deposição em aterros sanitários municipais. Existe a tendência de classificar-se este lodo como material não inerte, dificultando seu manejo e obrigando que seja feita sua estabilização antes do descarte.

O lodo proveniente das lagoas de estabilização é um problema à parte, pois apresenta grande quantidade de compostos químicos, tanto orgânicos quanto inorgânicos, resultantes da decomposição prolongada dos resíduos presentes no efluente. A presença de microrganismos anaeróbios facultativos, principalmente sulfato redutores, e metanogênicos causam problemas adicionais de formação de odores fétidos e gases inflamáveis. Também encontramos neste tipo de lodo a presença de nitrosaminas e cloroaminas, compostos com elevado poder de toxicidade. Desta forma, a limpeza e esvaziamento das lagoas de tratamento de efluentes devem ser precedidos de um estudo detalhado do efluente contido nestas lagoas com previsão de uma fase de estabilização microbiológica controlada do lodo retirado, antes de sua deposição, que pode ser feita tanto em aterros sanitários como em áreas agrícolas.

2.3.3 Resíduos líquidos

Os efluentes líquidos de abatedouros costumam ser divididos em três fases:

Linha verde

São os efluentes provenientes da recepção, sangria e escalda. Geralmente são destinados ao sistema biológico após peneiramento e decantação para a retirada de sólidos grosseiros e decantáveis, respectivamente.

Muitos abatedouros não utilizam a decantação antes de enviar estes efluentes para o sistema biológico, resultando no aumento de sólidos dissolvidos, dificultando a depuração, aumentando a manutenção de equipamentos e o consumo de energia da instalação de tratamento (maior densidade do líquido a ser movimentado resulta em mais energia necessária).

Linha vermelha

São os efluentes provenientes das outras fases do processo, com exceção dos efluentes sanitários. Geralmente são destinados ao sistema biológico após peneiramento e flotação. O peneiramento destina-se à retirada de sólidos grosseiros e a flotação, que pode ser somente física ou físico-química, destina-se à retirada de óleos, graxas, gordura e material saponificado.

O ajuste do funcionamento da etapa de flotação é bastante difícil em alguns casos, principalmente devido à falta de integração entre o pessoal de produção e os responsáveis pela operação do flotador. Um dos problemas mais frequentes é o descarte dos tanques de escaida em intervalos de tempo curtos, causando uma elevação brusca tanto do volume como da temperatura e da carga contaminante que é remetida ao flotador. O resultado final desta prática é a passagem de materiais que deveriam ficar retidos no flotador para o sistema biológico, desestabilizando a depuração e elevando a presença de contaminantes no efluente de saída. Em sistemas baseados na utilização de lagoas de estabilização, forma-se uma camada de material na superfície das lagoas e aumenta a formação de lodo depositado no fundo reduzindo-se o tempo de detenção (redução de volume útil) e comprometendo, de forma significativa, o funcionamento do sistema.

Desta forma devemos procurar integrar o fluxo de descarte do processo à capacidade nominal dos equipamentos de tratamento instalados. Isto pode ser feito mediante discussão conjunta entre o pessoal da produção com o pessoal da operação do sistema de tratamento.

Efluente sanitário

É o efluente proveniente dos banheiros, vestiários, refeitórios e áreas administrativas. Geralmente é enviado ao sistema biológico após o peneiramento. Não devemos enviar este efluente ao flotador pois a presença de patógenos dificulta o processamento da borra formada no processo de flotação.

3. LATICÍNIOS

A produção de leite gera resíduos semelhantes aos encontrados em confinamentos de bovinos. A utilização de produtos químicos para a higienização das instalações cria algumas dificuldades adicionais para degradação destes efluentes. Na maior parte dos casos, a utilização de tanques de decantação de

sólidos e lagoas para estabilização da parte líquida, semelhante aos recomendados para dejetos de suínos, resolve satisfatoriamente o problema. O ajuste da eficiência do sistema pode ser feito com a utilização de técnicas de microbiologia aplicada para a aceleração da transformação dos sólidos em biofertilizante e adequação da fase líquida aos parâmetros de lançamento em corpos d'água ou aplicação em sistemas de fertirrigação.

A industrialização do leite também gera resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Os gasosos são, em sua maioria, provenientes das caldeiras. Os sólidos são lixo e resíduos de processo (principalmente queijarias). O lixo deve ser manejado da mesma forma recomendada para os abatedouros. Os resíduos sólidos podem ser destinados, na maior parte dos casos, para alimentação animal.

A fase líquida apresenta algumas características que recomendam maior atenção na elaboração dos projetos de estações de tratamento. Estes efluentes apresentam como componentes principais gorduras e proteínas (principais formadores da DBO) o que os torna fortes candidatos para tratamento em fase aerada, principalmente em sistemas de lodos ativados. Uma análise mais aprofundada nos mostra que, embora gordura e proteínas sejam os componentes principais do efluente de laticínios, os processos de higienização deste tipo de indústria utilizam produtos alcalinos e ácidos, além de temperatura elevada (65°C). O resultado deste tipo de operação é a formação de compostos químicos diversos, principalmente materiais saponificados e tensoativos, que interferem no funcionamento do sistema de tratamento reduzindo sua eficiência.

Um outro ponto importante a ser observado nos projetos de sistemas de tratamento é a conveniência da utilização de lodos ativados, uma vez que a presença de nitratos (formado pela utilização de ácido nítrico e hidróxido de sódio, principalmente nas limpezas CIP) causa a nitrificação do lodo dificultando seu adensamento e causando problemas para sua separação nos decantadores. Este fato, associado à redução da taxa de transferência de oxigênio de dentro da bolha para o meio líquido, associado à presença de tensoativos (presentes nos detergentes e/ou gerados pela saponificação de gorduras por agentes alcalinos usados na limpeza), torna extremamente difícil a estabilização das condições de aerção e adensamento em sistemas de lodo ativado.

Diante do exposto, a metodologia de tratamento de efluentes líquidos para laticínios poderia seguir as seguintes fases:

- Separação de sólidos por peneiramento;
- Equalização;
- Flotação;
- Digestão anaeróbia ou facultativa (digestores ou lagoas);

- Fase aerada para oxidação da DQO;
 - Fase anaeróbia para remoção do nitrogênio residual;
 - Fase de polimento para remoção de sólidos suspensos.
- Existem outras alternativas, tais como:
- Utilização de polímeros para decantação/flotação e remoção de fósforo seguidos de lagoas facultativas;
 - Digestão metanogênica;
 - Digestão anaeróbia em tanques sépticos sequenciais seguidos de lagoas de estabilização etc.

Em todos os casos o tratamento primário é o mesmo, ou seja, peneiramento seguido de remoção de gorduras, óleos e graxas por flotação.

Os resíduos sólidos do tratamento de efluentes devem ser tratados da mesma forma recomendada para os abatedouros.

4. BISCOITOS, PÃES, MASSAS, SUCOS E FRUTAS EM CONSERVA

Estes setores industriais geram resíduos sólidos, líquidos e gasosos que, em sua maioria, são semelhantes a alguns dos resíduos comentados nos itens relacionados aos setores de abatedouros e frigoríficos. O potencial de poluição deste tipo de indústria é menor e mais facilmente gerenciado. A utilização de digestão anaeróbia (metanogênica, em alguns casos) seguida de estabilização em lagoas, com uma fase aerada para remoção de nitrogênio, é uma alternativa que deve ser estudada com atenção.

5. HIGIENIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES, UTENSÍLIOS E EQUIPAMENTOS

Qualquer que seja o tipo de indústria, no setor de alimentos, a limpeza é uma operação que resulta em elevação do potencial de poluição da atividade. Apresentam-se, a seguir, alguns comentários a respeito.

5.1 Produtos de Limpeza

Os produtos normalmente utilizados são formados pela mistura de vários compostos químicos com funções específicas. A natureza destes compostos varia com o princípio de ação do produto e, geralmente, limitam as condições

de uso, tais como temperatura, concentração, facilidade de enxágüe, etc. A interação destes compostos com as sujidades a serem removidas formam a maior parte dos resíduos presentes nos efluentes gerados nas operações de higienização. Grande parte dos produtos atuam baseados em reações de saponificação de gorduras, peptização de proteínas, complexação de íons e emulsão dos produtos destas reações em meio aquoso. Este princípio de ação exige temperaturas elevadas de solução para sua eficiência e, mais adiante, veremos o impacto desta condição sobre o ambiente de trabalho. Podemos notar que quanto maior for a eficiência do produto na remoção de sujidade, maiores serão as dificuldades de remoção dos resíduos formados na operação, do efluente gerado, pois os resíduos estarão ligados à água por meio de forças físico-químicas complexas exigindo processos cada vez mais sofisticados para sua separação e reaproveitamento e/ou descarte.

Alguns produtos atuam por polarização das moléculas de sujidade, formando micelas, sem alterar quimicamente sua estrutura. Esta polarização é seletiva de forma que alguns compostos, i.e. gorduras, são separados mais facilmente da água e outros, i.e. proteínas, são emulsionados, permitindo maior flexibilidade nos mecanismos utilizados na separação, reaproveitamento ou descarte dos resíduos, como por exemplo, a sua transformação em energia por meio de fermentações lipolíticas e proteolíticas em separado.

Um terceiro grupo de produtos incorpora enzimas, principalmente lipolases, em sua formulação. Os produtos formados pela ação destas enzimas e a sua interação com os outros resíduos presentes no efluente ainda não estão, em nossa opinião, totalmente esclarecidos devendo ser observados caso a caso.

Em alguns casos nos deparamos com produtos constituídos por culturas bacterianas seletivas, lipolíticas em sua maioria, recomendados para limpeza e desobstrução de caixas de gordura e tubulações. Os efeitos destas bactérias nas estações de tratamento de efluentes varia de inócuo a extremamente desastroso, devendo, por isto, ser estudada criteriosamente a sua aplicação.

A seguir, apresentam-se algumas considerações sobre o impacto ambiental dos componentes normalmente utilizados nas formulações de produtos de limpeza.

5.1.1 Sabões

São resultado da saponificação de gorduras, animais e/ou vegetais, por um álcali forte, geralmente hidróxido de sódio, à temperatura elevada. A sua função principal nas formulações é reduzir a tensão superficial permitindo a melhor penetração das soluções nas sujidade, facilitando sua mistura com a

água. Os problemas ambientais dos sabões se iniciam no local de aplicação pois, geralmente, formam espuma abundante exigindo grande quantidade de água para sua remoção, elevando em razão direta o volume de efluente a ser tratado. A possível vantagem da diluição da carga contaminante em maior volume de água não deve ser considerada, uma vez que exigiria estações maiores, a fim de se conseguir os tempos de residência necessários para a depuração, entre outras desvantagens.

Nas estações de tratamento, os sabões dificultam a remoção das gorduras nos flotaadores, especialmente nos dotados de "microbolhas", consomem oxigênio nos sistemas aeróbios, formam espuma nos tanques e lagoas de processos biológicos, interferem na decantação de partículas nos flocluladores/decantadores, limitam a reutilização do lodo das estações como adubo orgânico, são de difícil degradação, sendo arrastados para os cursos d'água receptores causando danos de difícil reversão ao ecossistema.

5.1.2 Alcalis

A incorporação dos alcalis nas formulações se deveu a vários fatores. O primeiro foi a constatação de que a maior parte das sujidade a serem removidas na indústria de alimentos é composta de gorduras. Com base nisso, concluiu-se que poderia se reduzir a concentração de sabão nos produtos e formá-lo durante o processo de limpeza, como resultado da reação de agentes alcalinos com as gorduras presentes, bastando para isso elevar a temperatura da solução. O segundo fator foi a observação de que alguns agentes alcalinos agem sobre as ligações protéicas, rompendo-as, dividindo as proteínas em cadeias menores (peptização) e facilitando sua remoção em meio aquoso, por emulsão. Estas considerações iniciais foram suplantadas, com o decorrer do tempo, pela ampliação do universo de observação da ação dos produtos incluindo-se, em um primeiro momento, a ação corrosiva dos alcalis sobre equipamentos e instalações e, logo a seguir, sua ação sobre as pessoas e meio ambiente. Desta forma, o tipo e quantidade dos agentes alcalinos utilizados variou com o tempo, iniciando-se com o hidróxido de sódio, passando pelos carbonatos, fosfatos e silicatos e culminando com a mistura de dois ou mais deles. A seguir, apresentamos alguns dos alcalis mais utilizados nos produtos de limpeza com alguns comentários sobre seu impacto ambiental.

Hidróxido de sódio

Tem a função principal de agente saponificante e como tal exige altas temperaturas de utilização. Normalmente é utilizado em limpezas por circuito

fechado sendo, porém, usado como coadjuvante em formulações para limpeza manual contendo sabões, principalmente pós. O impacto ambiental resultante de sua aplicação são semelhantes aos descritos para os sabões, com o agravante de alterar bruscamente o pH do efluente no ponto de coleta de entrada das estações, dificultando os processos de controle e operação. A corrosão dos equipamentos e tubulações é um outro efeito secundário, porém não menos importante, de sua utilização.

Carbonatos

Passou a ser utilizado com a função de abrandamento de águas duras e redução do nível de agressão química dos produtos, em substituição, no todo ou em parte, dos hidróxidos das formulações. Os problemas causados são os mesmos dos hidróxidos, com o atenuante de que o impacto ambiental é menor e o agravante de que os problemas de corrosão são acrescidos da formação de incrustações em bombas e pás de aeradores desequilibrando seu balanceamento, causando tensões sobre os eixos, reduzindo sua vida útil e aumentando os custos de manutenção.

Silicatos

A sua função principal é substituir parte dos hidróxidos e carbonatos, reduzindo os riscos de agressão epitelial. Como função secundária, age como agente anti-redepositante. Associados a sabões e fosfatos forma produtos de elevada eficiência na remoção de sujidade e com baixo nível de agressão epitelial. O impacto ambiental é semelhante aos descritos para os carbonatos, sendo mais sérios os problemas de incrustações nas estações de tratamento. Um ponto importante a ser considerado é a inalação de moléculas de Óxido de Silício presentes na atmosfera agregadas às moléculas de água do vapor condensado quando da utilização de altas temperaturas nos processos de limpeza, especialmente por geradores de espuma. A deposição destas moléculas sobre os tecidos pulmonares aumenta o risco de desenvolvimento da doença genericamente conhecida como "Silicose Pulmonar".

Fosfatos

A principal função dos fosfatos é a de agente peptizante de proteínas. Também são usados como agentes sequestrantes, abrandadores e sinérgicos (auxiliam os tensoativos em sua ação). O principal problema ambiental causado pelos fosfatos é contribuir para o desenvolvimento de algas (eutroficação) nas

estações de tratamento de efluentes e em cursos d'água receptores, principalmente lagos. Alguns países têm limitado de forma drástica a utilização de fosfatos em produtos de limpeza e sua concentração no efluente lançado nos corpos receptores.

5.1.3 Ácidos

São utilizados, geralmente, em limpeza por circuito fechado. Comentase, a seguir, o efeito dos ácidos mais utilizados:

Ácido nítrico

Geralmente é utilizado em limpeza de tubulações, principalmente em laticínios. É potencialmente corrosivo a ligas de aço e juntas de borracha. Forma nitratos quando da correção do pH do efluente, facilitando o desenvolvimento de bactérias anaeróbias facultativas. Estas bactérias interferem na atividade das bactérias aeróbias em sistemas de lodo ativado diminuindo a taxa de depuração. Em sistemas metanogênicos, causam a queda de rendimento de conversão, chegando, em alguns casos, a eliminar as condições de desenvolvimento das bactérias metanogênicas. Os riscos de acidentes durante a estocagem e manuseio são elevados, sendo os principais a intoxicação por inalação de vapores e as queimaduras da epiderme por contato direto.

Ácido clorídrico (muriático)

Geralmente é utilizado na desincrustação de superfícies, equipamentos e utensílios. Forma cloretos quando de sua neutralização. Os riscos de acidentes são similares aos descritos para o ácido nítrico.

Ácido fosfórico

Tem sido utilizado na substituição, no todo ou em parte, do ácido nítrico na limpeza de tubulações. Também é utilizado na formulação de produtos ácidos para limpeza manual, associados a tensoativos, geralmente Ácido Dodecil-Benzeno-Sulfônico. Quando de sua neutralização forma fosfatos. Os riscos de acidentes durante a estocagem e manuseio são os mesmos relatados para os outros ácidos, porém com menor intensidade.

5.1.4 Tensoativos

São compostos químicos, em sua maioria derivados de sínteses orgânicas, utilizados com a função principal de reduzir a tensão superficial das soluções, melhorando a superfície de contato dos produtos com as sujidades. Alguns tensoativos apresentam a propriedade adicional de emulsionar moléculas de gordura e proteínas (ex.: amidas de ácido graxo vegetal). São classificados quanto à sua atividade iônica como aniônicos, catiônicos, não-iônicos e anfóteros. A seguir, apresentam-se os representantes principais de cada grupo com as respectivas considerações:

Tensoativos aniônicos

A atividade detergente se localiza no ânion. São divididos em subgrupos de acordo com o tipo de cadeia molecular. Os principais são:

Alquil-aryl-sulfonatos

São compostos formados pela junção de radicais alquila com uma arila (geralmente benzeno) com posterior reação para adição de radicais sulfonatos. No início, eram derivados de cadeias orgânicas ramificadas derivadas do fracionamento do petróleo. Como estes compostos se apresentaram de difícil degradação foram desenvolvidos produtos baseados em cadeias lineares, que apresentaram melhor índice de degradação. Nascia, então, o mais utilizado agente tensoativo de nosso tempo, o Linear Alquil Benzeno Sulfonado (LAB).

5.1.5 Alcoóis graxos sulfatados

São compostos formados pela hidrogenação catalítica de ácidos graxos ou polimerização catalítica de etileno, com posterior reação para adição de radicais-sulfato. O grau de biodegradabilidade varia com o comprimento da cadeia do álcool graxo utilizado. Via de regra, cadeias mais longas degradam com maior dificuldade.

5.1.6 Lauril-éter-sulfato

São compostos derivados da reação de éter de ácidos graxos com adição de radicais-sulfato. Sua função principal é aumentar o nível de espuma dos

produtos e reduzir sua agressividade à epiderme. Normalmente são associados a outros tensoativos. O índice de degradação varia com o tipo de cadeia do ácido graxo utilizado.

Tensoativos catiônicos

São pouco utilizados em produtos de limpeza, devido ao seu baixo poder de detergentência. São mais utilizados como agentes sanitizantes. O principal representante deste grupo são os Sais de Amônio Quaternário.

Tensoativos não-iônicos

Como o nome indica, estes compostos não se ionizam em solução. O principal representante deste grupo é o Nonil-fenol-óxido de etileno. Estes compostos foram encarados, durante certo tempo, como a solução dos problemas ambientais gerados pelos tensoativos aniônicos, uma vez que possuem menor capacidade de formar espuma, têm maior índice de biodegradação e baixo índice de irritabilidade à epiderme. Porém, estudos recentes realizados quando do programa de despoluição do rio Tâmisia, criou a relação entre os produtos secundários provenientes da síntese biológica dos tensoativos não-iônicos, especialmente os derivados fenólicos etoxilados, e a alteração do mecanismo reprodutivo dos peixes machos, causando alto índice de esterilidade. Desde então, novos estudos têm sido feitos a fim de comprovar, de forma irrefutável, tal afirmação.

Tensoativos anfóteros

Possuem características aniônicas ou catiônicas, dependendo do pH da solução. São produzidos pela reação de radicais aniônicos (geralmente ácidos graxos), com radicais catiônicos (geralmente aminas quaternárias), sob condições especiais. Possuem baixo índice de irritação à epiderme e aos olhos. São pouco utilizados em detergentes industriais, sendo mais comum utilizá-los em sabonetes líquidos, xampus, cremes e loções. O grau de degradação depende do tipo de cadeia de ácido graxo utilizado. O principal representante deste grupo é a coco-amido-propil-betaína.

5.1.7 Impacto ambiental dos tensoativos

Os agentes tensoativos, independente de sua classe, interferem nas taxas de transferência de oxigênio em sistemas aeróbios. O mecanismo é

complexo, porém, em termos simples, pode-se descrevê-lo do seguinte modo: a redução da tensão superficial do meio faz com que as bolhas de ar permaneçam menor tempo que o previsto em contato com o meio, diminuindo, conseqüentemente, a quantidade de ar que passa através da interface de dentro da bolha para o meio. Um dado importante a considerar é que, teoricamente, também deveria haver uma redução do tamanho da bolha, com a conseqüente redução de sua velocidade ascensional. Estudos foram realizados a fim de se determinar as inter-relações entre a concentração de tensoativos presentes, o tamanho da bolha formada, a sua velocidade ascensional e as taxas de transferência de oxigênio para o meio. Notou-se que efetivamente ocorre a redução do tamanho da bolha, porém isto só se reflete em aumento da taxa de transferência de oxigênio a elevadas concentrações de tensoativos.

Os compostos sulfonados e sulfatados são fontes de enxofre e substrato para bactérias sulfato-redutoras. Estas bactérias além de elevarem o risco de odores desagradáveis nas estações de tratamento, principalmente pela produção de anidrido sulfúrico (gás dos pântanos), participam de processos de corrosão microbiológica das partes metálicas de tubulações e equipamentos (bombas, hélices, eixos, carcaças, etc.).

Os compostos derivados de amônio quaternário são fontes de nitrogênio e interferem de forma significativa nos fenômenos de nitrificação de lagoas biológicas.

Em sistemas anaeróbios, especialmente nos metanogênicos, as amidas parecem interferir positivamente no aumento da digestão das proteínas, elevando a produção de metano. Em sistemas aeróbios estes compostos atuam como estabilizadores de espuma reduzindo a sua eficiência, além de serem grandes consumidores de oxigênio em processos de oxidação química.

Os agentes não-iônicos, especialmente os derivados fenólicos etoxilados, estão sob suspeita de causarem mutações no sistema reprodutor de peixes machos.

Os índices de biodegradação da maioria dos tensoativos tornam extremamente elevado o custo de reciclagem da água, principalmente pela necessidade de construção de grandes reservatórios e/ou grandes unidades de filtros especiais (ex.: carvão ativado) para sua remoção.

5.1.8 Solventes

A incorporação de solventes aos produtos de limpeza visa aumentar a eficiência na remoção de gorduras e graxas. No início eram incorporados solventes derivados de sínteses orgânicas envolvendo derivados de petróleo e

compostos clorados. O resultado são os chamados solventes organoclorados (cloreto de metileno, tri-cloro-etileno etc.). Estes solventes estão sendo gradativamente eliminados, devido aos graves riscos de manuseio e poluição ambiental resultantes de seu uso.

Em seguida, surgiu a classe de derivados glicólicos do etileno (etileno-glicól-mono/di/ter-/butil éter). São solventes mais seguros de se manusear, porém apresentam inconvenientes ao serem processados nas estações de tratamento de efluentes, principalmente as anaeróbias.

Mais recentemente foi desenvolvida uma nova classe de solventes derivados de sínteses orgânicas de alquilas lineares com radicais pirrolidona. Estes solventes têm substituído, com sucesso, os solventes de petróleo, principalmente na indústria de tintas e resinas e na limpeza de equipamentos e máquinas na indústria mecânica. O impacto ambiental destes produtos ainda está sendo estudado detalhadamente. Teoricamente, seu grau de biodegradação é bastante elevado e a sua ação nos processos biológicos de tratamento não causa grande interferência.

6. CONCLUSÃO

Apesar de apresentar grande potencial poluidor, a indústria de alimentos tem, à sua disposição, tecnologias eficientes para a redução do impacto ambiental de sua atividade. A elaboração de projetos, tendo por base uma visão global (holística) que integre, de forma eficiente, o processo (redução de perdas, HACCP, TQC) com o sistema de tratamento e manejo de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) é fundamental para um gerenciamento ambiental efetivo e de custo aceitável. Aceitar o manejo de resíduos e efluentes como parte do processo de produção e aplicar as técnicas de avaliação de rendimento, qualidade e eficiência, normalmente aplicadas à avaliação da produção, é o caminho mais curto para a auto-sustentabilidade.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AIBA, S.; HUMPHREY, A. E.; MILLIS, N.F. **Biochemical engeneering**. London: Academic Press, 1965. p.138-166.
- ATKINSON, B. **Biochemical reactors**. [s.l.]: Pion Press, 1974.
- BECKETT, A.; PATRI, G.; ROBINSON, A. The interaction of phenolic compounds with bacteria. *J. Pharm.*, v.11, 1959.

- BOOTH, G. H. **Microbial Corrosion**. [s.l.]: Mills & Boon Ltd, 1971.
- BORZANI, W.; LIMA, U.A.; AGUARONE, E. **Engenharia bioquímica**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1975. p.113-165.
- CAIFANS, J. The Chromosome of *Escherichia Coli*, Coldspring Harbor Symp. **Quant. Biol.**, v.28, p.43, 1963.
- DAVIDSOHN, A.; MILWDSKY, B. M. **Synthetic detergents**. London: Leonard Hill Books, 1972. p.26-97.
- DIXON, M.; WEBB, E. C. **Enzymes**. New York: Academic Press, Inc., 1965. p.15-97.
- EVANS, U. R. **The Corrosion and oxidation of metals: scientific principles and practical application**. [s.l.]: Edward Arnold Ltd, 1960.
- FRIEDMAN, A. A.; SCHROEDER, E. D. **The Effect of Temperature on Growth**.
- GANNA SOTO, J. M.; SAAD, I. F. D.; FANTAZZINE, M. L. **Riscos químicos**. New York: Ministério do Trabalho; FUNDACENTRO, 1985. p.28-86.
- GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: Almeida Neves Editores Ltda, 1970. p.120-126.
- GOULECKE, C. Temperature effects on anaerobic digestion of raw sewage sludge. **Sewage Ind. Wastes**, v.30, 1958.
- GRAHAM-RACK, B.; BINSTED, R. **Hygiene in food manufacturing and handling**. [s.l.]: Food Trade Press, 1948.
- HENDLER, R. W. **Protein biosynthesis and membrane biochemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1968. p.37-175.
- MALEK, I.; FEND, Z. Theoretical and metodological basis of continuous culture of micro-organisms. New York: Academic Press, Inc., 1966. p.27-139.
- MANUAL técnico del agua. 4.ed. Degremont, Paris, 1979. p.203-312.
- MARR, E. K.; STONE, R. W. Bacterial oxidation of benzene. **J. Bact.** v.81, 1961.
- MAUSNER, M.; RAINER, E. **Soap**, v. 44, 1969.
- MOORE, S. F.; SCHROEDER, E. D. Effect of nitrate feed rate on denitrification. **Water Res.**, v.5, 1971.
- NEMEROW, N. **Liquid waste of industry: theories, practice and treatment**. [s.l.]: Addison-Wesley Pub. Comp., Inc., 1971.
- PORGES, N.; JASEWICZ, L.; HOOVER, S.R.. **Biological oxidation of dairy waste** VII: Proc. 10th Ind. Waste Conference, 1953.
- RATE in Activated Sludge and Yield in Activated Sludge. **Water Pollut. Control Fed.**, v. 44, 1972.

- ROSEMAN, S. **Carbohydrate transport in bacterial cells**. New York: Academic Press, Inc., 1972. p.35-146.
- SCHROEDER, E. D. **Water and wastewater treatment**. Tóquio: McGraw-Hill Kogakusha Ltd, 1977. p.37-95.
- THOMASHOV, N. D. **Theory of corrosion and protection of metals**. [s.l.]: The MacMillan Company, 1966.
- UHLIG, H. H. **Corrosion and corrosion control**. [s.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 1965.
- WOOD, D. K.; TCHOBANOGLOUS, G. **Trace elements in Biological Waste Treatment with Specific Reference to the Activated Sludge Process**: Proc. 29th Int. Waste Conference, 1974.
- WOOD, D. K.; YCHOBANOGLOUS, G. **Trace Elements in Biological Waste Treatment**. **Water Pollut. Control Fed.**, v.47, 1975.

ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS E MEIO AMBIENTE

Airton VIALTA
Alda Luiza S. LERAYER
Elza T. Grael MARASCA
Izildinha MORENO

1. INTRODUÇÃO

Assim que domesticou animais selvagens e começou a cultivar plantas silvestres o homem deu início a um processo de melhoramento genético, eliminando por seleção atributos indesejáveis e preservando as características positivas. Com isso, deixou de ser nômade e ampliou a oferta de alimentos, que por sua vez permitiu aumentar a população. Desde então, seu grande desafio tem sido prover alimentos na mesma escala do crescimento populacional.

No século passado, a manipulação genética das espécies teve uma progressão extraordinária. Técnicas de alteração do número de cromossomos, indução artificial de mutações utilizando agentes químicos e radiações ionizantes e não-ionizantes, hibridação intra e interespecífica, e os métodos elaborados de seleção foram intensamente empregados em todo o mundo e permitiram a criação de variedades cada vez mais adequadas ao ser humano, com maior produtividade, melhor qualidade nutricional, além de resistência a enfermidades. Inclusive, nas últimas décadas, técnicas mais sofisticadas, como fusão de protoplastos e resgate de embriões, têm sido usadas para produzir novas variedades de plantas e animais, impossíveis de serem produzidos naturalmente. Estas técnicas, denominadas genericamente de convencionais, são as grandes responsáveis pelos níveis atuais de produção de alimentos.

É claro que o melhoramento genético não é o único responsável por toda esta façanha. Também contribuíram as técnicas de cultivo e de criação, o desenvolvimento dos sistemas de transporte e conservação dos alimentos, os fertilizantes e os defensivos, entre outros. Apenas para exemplificar, se não utilizássemos defensivos agrícolas e adubos químicos, hoje precisaríamos do dobro da área cultivada para produzir a mesma quantidade de alimentos. Além disso, há muito o que ser feito na área de perdas, que atingem a impressionante marca de 37% do total produzido. Só os insetos são responsáveis por 13% das perdas.

Os avanços ocorridos a partir da década de 70 levaram ao domínio das técnicas do DNA recombinante ou engenharia genética, que possibilitaram a

A EVOLUÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA AMÉRICA LATINA

André VILHENA

1. INTRODUÇÃO

Neste artigo pretendemos abordar alguns aspectos genéricos da evolução do gerenciamento de resíduos sólidos em alguns países da América Latina, com especial atenção para a coleta seletiva e reciclagem. Há uma significativa dificuldade em obterem-se dados precisos associados à coleta, reciclagem e destinação final de resíduos sólidos, sejam eles de origem industrial, urbana ou agrícola.

2. ASPECTOS GERAIS

A geração de resíduos sólidos industriais no Brasil está em torno de 140.000t./dia, sendo que a estimativa dos órgãos de fiscalização ambiental competentes aponta para um índice inferior a 50% de tratamento adequado. Quanto aos resíduos sólidos urbanos, a geração está próxima de 100.000t./dia, com cerca de 60 a 70% ainda sendo destinados a lixões. Não existem sistemas de incineração com controle ambiental e recuperação de energia. Menos de 1% apenas é incinerado, sem controle de emissões, incluídos aí os resíduos de serviços de saúde. A média de geração *per capita* no País gira em torno de 0,7kg/hab/dia, sendo que nos grandes centros urbanos como Rio de Janeiro e São Paulo, este índice ultrapassa facilmente a barreira dos 1,0kg/hab.dia. A média de geração no Uruguai está em torno de 0,9kg/hab/dia.

Quanto aos resíduos urbanos um aspecto importante a ser mencionado é o elevado percentual de resíduos orgânicos presentes, em média 55% em peso. Este aspecto influi diretamente na questão da disposição final em aterros, pois dificulta bastante o seu gerenciamento, especialmente o tratamento do chorume – presente em grandes quantidades - e de gases oriundos da decomposição da matéria orgânica (Figura 1).

Os demais países latinos apresentam características semelhantes, com números relativos associados ao destino dos resíduos sólidos urbanos e indústrias muito próximos aos brasileiros.

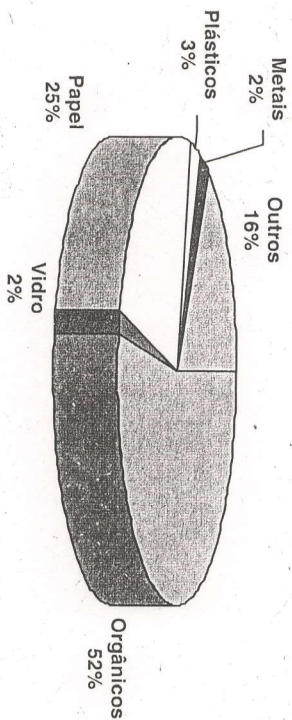


FIGURA 1. Perfil qualitativo do lixo gerado no Brasil.

O alto índice de geração de resíduos orgânicos pode ser em parte explicado pela ausência de utilização de embalagens adequadas para diversos produtos, principalmente na etapa de distribuição (ex. legumes e frutas), além de uma cultura de desperdício comum também a vários outros países latinos.

O setor de reciclagem no Brasil movimentou cerca de US\$ 850 milhões/ano, podendo crescer rapidamente para US\$ 2 bilhões/ano, desde que sejam adotadas algumas reformas de ordem tributária que hoje emperam o seu crescimento.

3. A COLETA SELETIVA

A evolução da coleta seletiva no Brasil tem sido mais intensa nos últimos anos ainda que em termos quantitativos gerais estes números permaneçam tímidos. O envolvimento de prefeituras municipais tende a crescer, na medida em que a população passa a cobrar uma postura mais pró-ativa de seus governantes. Em 1994, 81 municípios faziam a coleta seletiva em escala significativa. Em 1999, este número pulou para 135 e, em 2002, a expectativa é de que sejam mais de 200 (Figura 2).

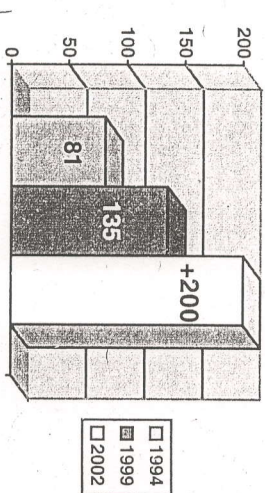


FIGURA 2. Municípios brasileiros com coleta seletiva.

Os programas de maior êxito são aqueles em que há uma combinação de metodologias de coleta seletiva: coleta porta-a-porta, entrega voluntária e cooperativa de catadores (Figuras 3 e 4).

Ainda no Brasil, o aspecto social relacionado à coleta seletiva, através da inserção dos catadores no processo, não pode deixar de ser considerado. Estima-se hoje que mais de 500.000 pessoas estejam vivendo da catção nas ruas. Este aspecto permite concluir que não é possível simplesmente "importar" modelos de coleta seletiva de outros países, como por exemplo da Europa Ocidental, Canadá, EUA, Japão, etc. Faz-se necessário desenvolver metodologias próprias que irão variar bastante em cada região do País. Quanto à entrega voluntária, ganha força no Brasil a introdução de máquinas do tipo *Reverse Vending Machines*, instaladas em grandes redes de supermercados. Entretanto, os volumes arrecadados por este sistema, apesar de crescentes, ainda são pouco significativos no contexto geral.

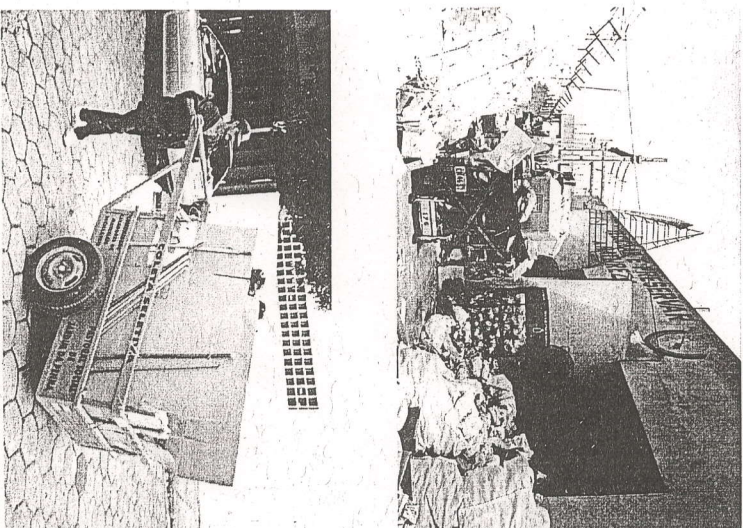


FIGURA 3. Coleta seletiva feita por catadores.

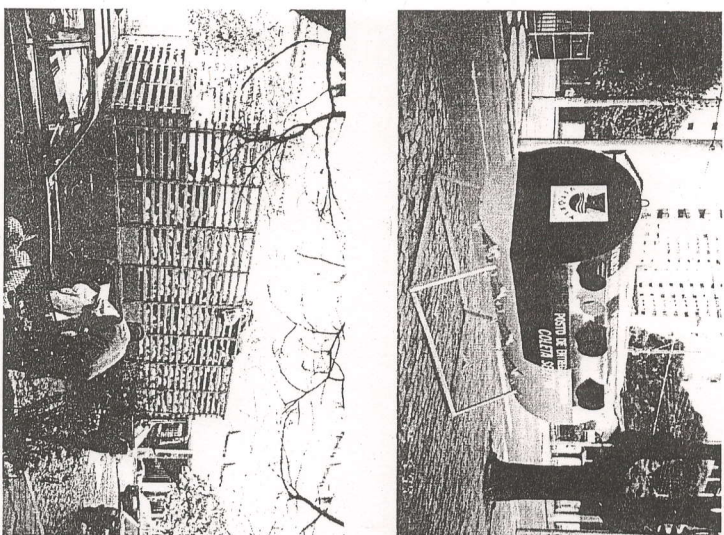


FIGURA 4. Coleta seletiva voluntária e porta-a-porta.

Em países como Uruguai e Argentina, registra-se o início da formação de cooperativas de catadores como parte importante da coleta seletiva, ainda realizada em escala muito reduzida e restrita a iniciativas isoladas da indústria, especialmente do setor de bebidas. No Uruguai apenas um município realiza a coleta seletiva em escala abrangente. O mesmo ocorre na Venezuela, onde a indústria vidreira é a que conduz o projeto mais amplo, envolvendo escolas, supermercados, associações de moradores, entre outros. São coletadas anualmente cerca de 150.000t. de embalagens de vidro descartáveis pós-consumo.

4. A EVOLUÇÃO DA RECICLAGEM

No Brasil, cuja reciclagem de resíduos urbanos se aproxima de 5%, alguns tipos de materiais apresentam índices bastante elevados, tais como as latinhas de alumínio e o papelão. Ambos apresentam os mais elevados índices

relativos do País, 78 e 72% respectivamente. Dentre os plásticos pós-consumidos, o PET é aquele que apresenta o maior valor de mercado, sendo comercializado na forma de fardos prensados ou *flakes*. Já registram-se operações de exportação, especialmente de *flakes*, para China, Taiwan e Europa. Cerca de 15% dos plásticos – em geral – são reciclados no Brasil, o que equivale a cerca de 200.000t./ano. Este trabalho é executado basicamente por pequenas e médias empresas. A maior concentração delas está na Grande São Paulo com 180 unidades.

Para os metais ferrosos, incluídas as embalagens, o Brasil possui uma rede consolidada de sucateiros que alimentam algumas siderúrgicas, que em alguns casos, chegam a operar com mais de 85% de matéria-prima oriunda do comércio de sucatas, que emprega cerca de 240.000 pessoas diretamente. O vidro, apesar de algumas restrições quanto ao item transporte, também é reciclado em algumas partes do País. A fração mais significativa do que é coletado volta para as grandes vidrarias. A reciclagem de vidro plano ainda apresenta escala reduzida. As embalagens longa-vida pós-consumo têm apresentado significativa evolução em seu índice de reciclagem nos últimos anos, impulsionado pelo reaproveitamento das fibras de celulose, de alta qualidade, por parte das indústrias de papel e papelão. Em 2000, foram consumidos 6 bilhões destas embalagens no País, com o reaproveitamento de aproximadamente 22 mil toneladas de fibras (Tabela 1).

TABELA 1. Evolução da reciclagem no Brasil (% em peso).

Materiais	1999	2000	2001
Papel	16,6	22	n.a.
Papelão ondulado	71	72	n.a.
Plásticos	15	15	n.a.
PET	21	26	33
Latas de alumínio	73	78	81
Latas de aço	35	40	n.a.
Vidro	40	42	n.a.
Pneus	10	20	30
Longa vida	10	15	20
Óleo	16	18	n.a.
Compostagem	1,5	1,5	n.a.

n.a. – não avaliada

A compostagem no Brasil ainda é muito insipiente, não ultrapassando os 1,5% de reaproveitamento para a produção de fertilizantes. Começam a aparecer os primeiros projetos de reaproveitamento energético do biogás, impulsionados pelo agravamento da crise de fornecimento de energia no País. No Uruguai surgiram nos últimos dois anos três iniciativas de compostagem em nível municipal, com investimentos crescentes por parte do poder público local. O aterro sanitário da cidade de Maldonado está recebendo investimentos, visando o reaproveitamento do biogás para geração de energia elétrica, com perspectiva de pleno funcionamento para breve.

O interesse pela reciclagem de pneus tem crescido bastante nos últimos dois anos, com investimentos na área de co-processamento em fornos de cimento e reciclagem da borracha para diversos fins, entre os quais artigos utilizados na indústria automotiva e de construção civil. Os pneus pós-consumidos também têm sido reutilizados com frequência para contensão de encostas e projetos de engenharia em aterros sanitários. Em 2000, o Brasil consumiu 45,8 milhões de pneus.

Pilhas e baterias (não inclusas as automotivas), apesar de estarem sendo recolhidas nos pontos de venda e em alguns poucos programas municipais de coleta seletiva, não são ainda recicladas em escala significativa no Brasil. Grande parte está sendo simplesmente estocada ou mesmo exportada pelos fabricantes para serem recicladas na Europa.

TABELA 2. Evolução da reciclagem em outros países da América Latina (%).

Materiais	Argentina, Uruguai Paraguai		Chile	Peru, Bolívia, Ecuador	
	Plásticos	LI: 80 PC: 5	LI: 20 PC: <5	LI: 15	PC desconhecida
Alumínio	LI: 95 PC: 60	LI: 95 PC: desconhecida	LI: 95 PC desconhecida	LI: desconhecida PC desconhecida	LI: desconhecida PC desconhecida
Outros metais	LI: 50 PC: 15	LI: 50 PC: 10	LI: 60 PC25	LI: 60 PC25	LI: 60 PC25
Vidro	LI: 95 PC: 28	LI: 95 PC 5	LI: 95 PC 55	LI: 95 PC 55	LI: 95 PC 55
Papel/papelão	LI: 60 PC: 10	LI: 35 PC desconhecida	LI: 80 PC 70	LI: 80 PC 70	LI: 80 PC 70
Orgânicos	LI: desconhecida PC: <5	LI: desconhecida PC <5	LI: desconhecida PC <5	LI: desconhecida PC desconhecida	LI: desconhecida PC desconhecida

LI: Lixo Industrial
PC: Pós-consumo

Em todos os países latinos observa-se uma ausência de políticas sistematizadas de incentivos econômicos à atividade de reciclagem, seja do ponto de vista tributário, de crédito, financiamento, entre outros. O quanto já se avançou no Brasil, que não foi pouco, baseia-se numa realidade pura de mercado. Isto contribui para a sustentabilidade de todo o processo e de alguma forma inibe a criação de políticas que venham a "regular" o mercado ou impor condições restritivas à atividade produtiva em geral.

5. LEGISLAÇÃO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

Discute-se no âmbito do Congresso Nacional Brasileiro uma Política Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos. A profusão de projetos de leis federais, estaduais e municipais é muito intensa – mais de uma centena – e este fato está criando grande confusão em diversos setores ligados ao tema, dentro das esferas governamental e produtiva. Para compilar todas as propostas e transformá-las num único documento, foi constituída no Congresso Nacional uma Comissão Especial formada por Deputados. Esta Comissão está realizando inúmeras audiências públicas, a fim de receber *inputs* dos mais diversos setores da sociedade e a expectativa é de conclusão dos trabalhos e votação da proposta – promulgação da Lei – ainda no ano de 2002.

Paralelamente, correm algumas iniciativas de âmbito regulatório, tais como as Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). A Resolução 257 do CONAMA para "Pilhas e Baterias", por exemplo, estabelece a obrigatoriedade de recolhimento dos produtos pós-consumo, que não se enquadraram em limites máximos de metais pesados em sua composição, por parte das empresas produtoras. Apesar das discussões sobre a constitucionalidade desta proposta, por não ser competência do CONAMA estabelecer tais obrigações, as indústrias do setor estão esforçando-se para cumprir as metas propostas. Existe uma situação idêntica, também no âmbito do CONAMA, para os pneus pós-consumo. Quanto às embalagens de agrotóxicos, um Decreto Federal de 2001, obriga produtores e usuários a estabelecerem sistemas específicos de coleta e reciclagem.

Argentina, Uruguai, Paraguai, Peru, Bolívia, Ecuador, entre outros, atravessam quadro econômico recessivo e assuntos relacionados à questão ambiental têm sido remetidos a segundo plano, não sendo considerados em geral como prioridades. As propostas de políticas públicas ou leis relacionadas à questão dos resíduos sólidos têm-se concentrado mais significativamente na etapa da disposição final, visando a substituição dos lixões por aterros sanitários. Alguns países possuem normas, no formato de lei ou de decretos, para coleta, acondicionamento e disposição final de resíduos hospitalares separadamente.

A participação do poder público municipal é ressaltada na maioria das proposições, ainda que existam alguns projetos de lei que propõem a criação de sistemas de retorno baseados em depósitos compulsórios ou mesmo a simples obrigatoriedade de substituição de embalagens descartáveis por retornáveis, quase sempre sem nenhum critério técnico e/ou econômico. Registra-se na Argentina a existência de 21 Projetos de Lei desta natureza. Uruguai, Chile, Porto Rico, Peru e México também registram casos semelhantes.

O Congresso Nacional venezuelano está – desde o ano passado – elaborando uma política nacional para resíduos sólidos, incluída a questão da coleta seletiva e reciclagem. No ano de 2001, o Ministério do Meio Ambiente local patrocinou a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos em cinco dos 23 estados da nação, sendo que a responsabilidade pela execução dos referidos planos foi dada a consultores privados que ignoraram a participação do poder público e da comunidade local, reduzindo as possibilidades de êxito. O Chile dispõe de legislação bastante detalhada para o manejo de resíduos sólidos industriais.

No geral, cresce a percepção de que a “retornabilidade” deve estar relacionada à reintrodução de produtos pós-consumidos em um novo ciclo produtivo e não necessariamente ao banimento de produtos descartáveis. O critério para avaliação deve estar relacionado a parâmetros técnicos/científicos apoiados em estudos de ciclo de vida. A tendência é de que para a América Latina a ferramenta “Ciclo de Vida” também influencie na elaboração de políticas públicas.

6. ROTULAGEM AMBIENTAL

Na América Latina são poucas as iniciativas em rotulagem ambiental. A tendência é a de utilização cada vez maior das autodeclarações ambientais, buscando oferecer informações precisas, relevantes e de fácil entendimento para o consumidor, seja ele o consumidor final ou mesmo na relação B2B (*Business to Business*), ainda que neste caso as iniciativas sejam ainda menos expressivas. Não há relatos de programas de selo verde – exceto no caso do setor de papel e celulose e suas florestas de replantio - que tenham ganho relevância em cenários nacionais ou mesmo regionais (ex: Mercosul). O Brasil já traduziu a norma ISO 14020 e trabalha na tradução das normas ISO 14024 e ISO 14021. Por fim, cabe ressaltar que não há no continente registro de programas de rotulagem ambiental baseados em estudos de ciclo de vida. Começam, no entanto, a surgir algumas iniciativas pontuais em alguns setores da indústria.

7. O FUTURO

A “chave” para a melhoria do gerenciamento de resíduos sólidos na AL está na articulação conjunta entre poder público, empresas e representações organizadas da sociedade civil, tais como ONG's, Entidades de Classe, Associações Comunitárias, etc. Somente através da alavancagem de **parcerias**, poder-se-á alcançar os objetivos almejados. Tecnicamente está comprovado que o Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos (GIRS) é o melhor caminho.

Para o sucesso do plano de GIRS deve-se evitar fragmentar em demasia os tipos de resíduos, especialmente os encontrados no lixo sólido urbano (ou municipal, como é frequentemente denominado) sob pena de haver prejuízos do ponto de vista econômico, energético, etc. Quanto aos três R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) deve-se evitar criar uma hierarquia rígida a ser sempre seguida, do tipo: “Reutilizar é sempre melhor do que Reciclar”, vez que estudos de ACV (Análise de Ciclo de Vida) comprovam que este aspecto varia muito caso a caso. O termo “redução” é frequentemente mal interpretado por muitos ambientalistas, fazendo-se necessário então fortalecer conceitos como *Design for Environment*, *Ecodesign*, Produção mais Limpa, Tecnologias Limpas, entre outros.

O caminho para a eficiência no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos está na **gestão compartilhada** pelo Poder Público (Coleta, Coleta Seletiva e Triagem), setor industrial (reintrodução no ciclo da produção, redução na geração durante a produção, **ecoeficiência**, etc.) e principalmente o **cidadão** que deve ser “sensibilizado” a fazer parte do processo. Só o poder público, ainda que articulado com a iniciativa privada, tem condições de garantir a coleta oriunda de fontes **difusas** de geração, tais como domicílios e estabelecimentos comerciais. Visando maximizar a participação do setor industrial, faz-se necessária a criação de políticas de incentivos de ordem tributária/fiscal para reciclagem e reutilização, ao invés da criação de novas taxas (“ecotaxas”).

O CEMPRE apoia a formatação de políticas nacionais de resíduos sólidos que permitam aos municípios desenvolverem planos de GIRS em consonância com peculiaridades locais/regionais, evitando copiar modelos de países com características econômicas, sociais e culturais muito distintas.

8. O CEMPRE

Associação sem fins lucrativos fundada em 1992 e reconhecida de “utilidade pública federal”, o CEMPRE tem por missão apontar alternativas viáveis do ponto de vista técnico, econômico e social para concretizar a visão de

gerenciamento integrado de resíduos sólidos no Brasil. O CEMPRE tem desenvolvido várias frentes de trabalho, dentre as quais está a elaboração de publicações, difusão de informações com base científica para delinear potencial de mercado dos recicláveis e reciclados, promoção e apoio a eventos, busca de alternativas para o fortalecimento do setor, profissionalização de mão-de-obra e orientação a órgãos públicos e empreendedores em geral.

Apesar de não atuar diretamente com sistemas de coleta de recicláveis, o CEMPRE proporciona, além de informações de ordem técnica, estratégias específicas de comunicação para sensibilizar os vários segmentos sociais, a fim de que se estabeleça no País uma nova consciência e atitudes cotidianas em prol da política dos três R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

Em 1998, foi fundada a Federação Latinoamericana de Associações Empresariais para Promoção do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MIREs). Fazem parte da Federação, além do CEMPRE, ADAN-Venezuela, CEMPRE-Argentina, CEMPRE-Uruguai, SUSTENTA-México, ICPRO-Porto Rico. Anualmente a Federação promove eventos que atraem um grande número de formadores de opinião, entre empresários, pesquisadores, representantes de governos e ONG's, vindos de várias partes do mundo. Estabelecer uma consistente discussão sobre os aspectos que impõem "gargalos" à criação e expansão dos programas de coleta seletiva, em nível de América Latina, é o objetivo destes encontros.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

LIXO MUNICIPAL. *Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 280p.

Impressão e Acabamento

SITTA
G R Á F I C A

Campinas/SP

fl: 19 3269.5137