

revista CETESB
de tecnologia

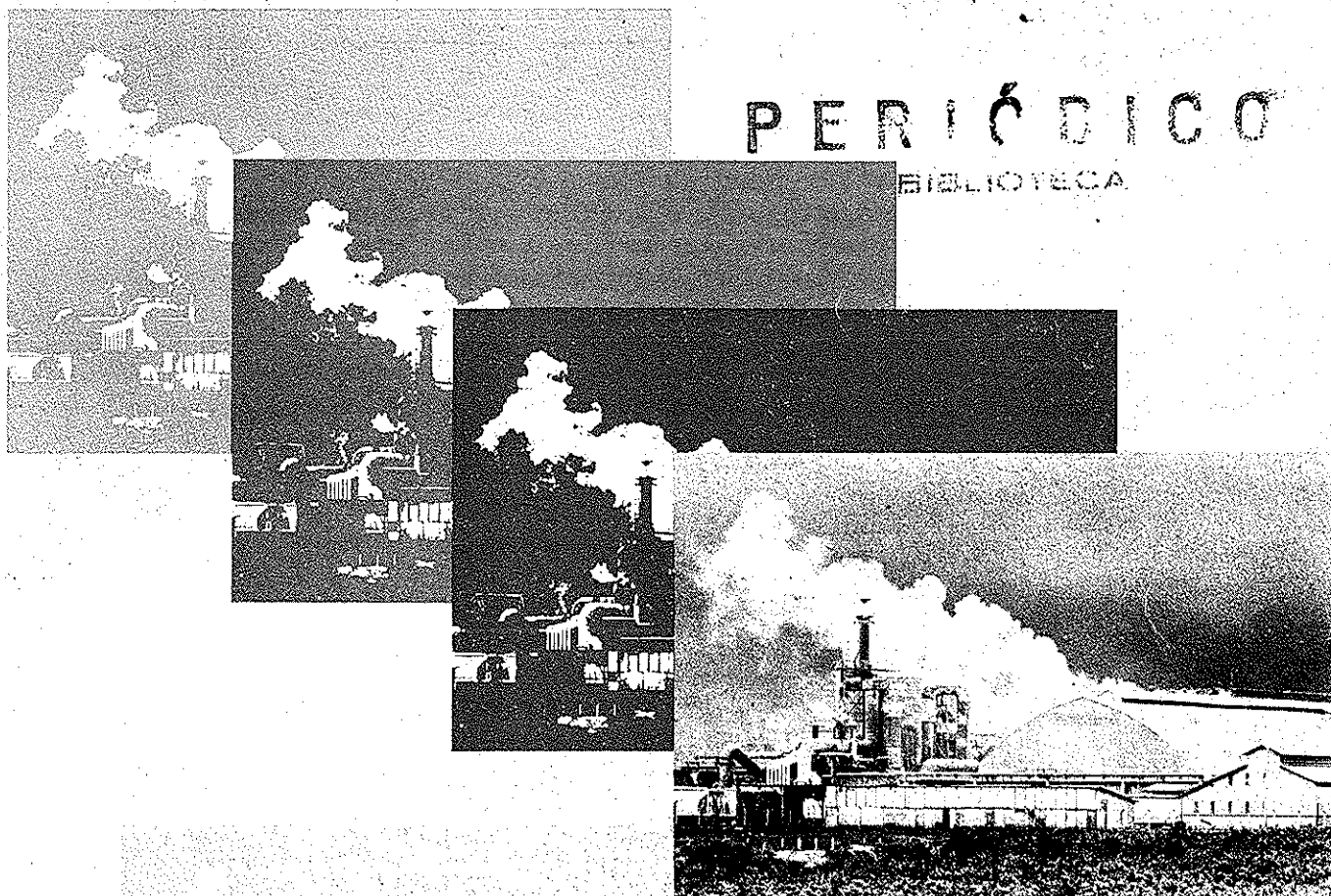
ambiente

Volume 2 Número 2 1988

ISSN 0102-8685

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

PERIÓDICO
BIBLIOTECA



*Os caminhos
da industrialização
no interior
de São Paulo*

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Orestes Quércia

Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Jorge Wilhelm

Secretário

CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Rogê Ferreira

Diretor-Presidente

Antonio Sérgio Menon

Diretor Financeiro

Eduardo San Martin

Diretor de Ação Regional

Ivan Carlos Maglio

Diretor de Planejamento Ambiental

Jayme Gimenez

Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

José de Vasconcelos Cunha

Diretor Administrativo

Laura Maria Regina Tetti

Diretora de Educação Ambiental

Nelson Vieira de Vasconcelos

Diretor de Controle

Nivaldo José Chiossi

Diretor de Tecnologia e Qualidade Ambiental

Roque Monteleone Neto

Diretor de Pesquisa

revista CETESB
de tecnologia

ambiente

Volume 2

Número 2

1988

ISSN 0102-8685

Conselho Editorial

Arq. Jorge Wilhelm
Adv. José Antonio A. Rogê Ferreira
Prof. Roque Monteleone Neto
Prof. André Luis Perondini
Prof. Celso Orsini
Prof. Eduardo Kugelmas
Eng. Gabriel Murgel Branco
Psicol. Germano Seara Filho
Prof. Hamilton Targa
Eng. Ivan Carlos Maglio
Prof. João Gualberto de C. Menezes
Quím. João Ruocco Júnior
Prof. José Zatz
Econ. Jília A. Schreiner
Sociol. Laura Maria Regina Tetti
Prof. Lúcio Félix Kowarick
Geol. Nivaldo José Chiossi
Eng. Rubens Monteiro de Abreu
Prof. Rui Laurenti
Prof. Samuel Murgel Branco

AMBIENTE - Revista CETESB de
Tecnologia está indexada nos Excerpta
Medica, da Elsevier Science Publishers
B.V.; no Repindex - Índice da Repidisco
- Red Panamericana de Información y
Documentación en Ingeniería Sanitaria y
Ciencias del Ambiente; no Ensic -
Environmental Sanitation Information
Service, do Asian Institute of Technology
(Tailândia). É divulgada nos Sumários
Correntes Brasileiros: Ciências Exatas e
Biológicas, do IBICT - Instituto Brasileiro
de Informação, Ciência e Tecnologia do
CNPq.

AMBIENTE é uma publicação semestral
da CETESB - Companhia de Tecnologia
de Saneamento Ambiental.

Coordenador Geral: Flavio Marcondes

Editora: Esther Calichman (MTB 12.044)

Editoração e Revisão: Atílio Brunacci,

Juliete Penteado, Paula Siqueira

Editor de Arte: Roberto Poletto

Diagramação: Joaz S. Yamamoto

Composição: Alcir R. de Oliveira,

Solange M. Miranda

Arte-final: José A. da Silva, Kazuo Sato

Ilustração: Benedito N. Coutinho

Fotolito e Impressão: Gráfica da

CETESB

Distribuição: Atílio Brunacci

Redação: Av. Prof. Frederico Hermann

Júnior, 345 - Prédio 1 - 1º andar,

telefone 210-1100, CEP 05459.

São Paulo, SP, Brasil.

Os conceitos emitidos nos artigos
assinados são de responsabilidade dos
autores. A Redação solicita informar
qualquer transcrição, referência ou
apreciação dos artigos da Revista.

Capa: Foto por José Jorge Neto, criação
de Roberto Poletto.

REVISTA - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL BIBLIOTECA

sumário

<i>Cartas</i>	62
<i>Carta ao leitor</i>	63
<i>Ambiente mundial</i>	64
<i>Ilha Comprida: um desafio ao planejamento ambiental</i> Claudio Carrera Marette e Martinus Filet	66
Capa <i>Tendências de industrialização no interior do Estado de São Paulo</i> Francisco Mariani Guariba Neto, José Paulo Ganzeli, Kasuo Sakurai e Osmar de Souza Mello	74
<i>Sensibilidade de Daphnia similis: controle de qualidade de culturas</i> Pedro Antonio Zagatto	79
<i>Nitrogênio inorgânico em águas de escoamento superficial</i> José Francisco do Prado Filho e Pedro Alberto Selbach	84
<i>Proposta para avaliar o impacto ambiental em mineração</i> <i>Primeira tentativa</i> Herman Vargas Silva	88
<i>A alteração de combustíveis e a emissão veicular</i> Ederson Wolff Conti e Homero Carvalho	91
<i>A geofísica no estudo da poluição da água subterrânea</i> Nelson Ellert, John Greenhouse e Mark Monier-Williams	94
<i>Modelo de autodepuração das águas em reservatórios</i> Walter Del Picchia	101
<i>Acertos e desacertos do Rima</i> Ivan Carlos Maglio	107
<i>Influência da temperatura da água na remoção de flúor</i> Marco Bulindio de Paula Seixas, Luiz Antonio Valle do Amaral, Sidney Jorge de Almeida Silva, Jorge Rafael Alchera e Lucio Aurelio Fontes Pavan	111

cartas

Senhores,

Tenho o prazer de lhes enviar uma cópia da Declaração de Dagomys, aprovada pelo Conselho da "Pugwash Conference on Science and World Affairs" em sua última reunião em Moscou. O Movimento Pugwash, que se organizou a partir da Declaração Russell-Einstein de 1955, alertando a humanidade para o perigo representado pela corrida armamentista nuclear, tem lutado incessantemente pela abolição de armamentos nucleares e pelo desarmamento. O Movimento volta agora sua atenção para o igualmente grave problema da destruição ambiental que já atinge índices lamentáveis e irreversíveis.

Agradeceria seu empenho em, por todos os meios a seu dispor, divulgar a Declaração de Dagomys do Conselho Pugwash intitulada "Assegurando a Sobrevivência da Civilização".

Prof. Ubiratan D'Ambrosio

Coordenador e Membro do Pugwash Council
Pró-Reitor de Desenvolvimento Universitário
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP

Assegurando a Sobrevivência da Civilização

Vivemos num mundo interdependente com riscos crescentes. Trinta e três anos atrás, o Manifesto Russell-Einstein advertiu a humanidade de que nossa sobrevivência estava seriamente ameaçada pelo risco de uma guerra nuclear. Os conhecidos desafios identificados naquele Manifesto e a Declaração de Varsóvia de 1982 dos Laureados com o Prêmio Nobel continuam tão importantes como sempre. Mas agora, dentro do espírito do Manifesto Russell-Einstein, nós apelamos a todos os cientistas para expandir nossas áreas de preocupações para um conjunto bem mais amplo de perigos que estão correlacionados, quais sejam: a destruição do meio ambiente numa escala global e a negação das necessidades básicas para uma maioria crescente da humanidade. Sem diminuir nosso comprometimento com a redução de armamentos e com a prevenção da guerra, devemos reconhecer que *a degradação ambiental e o empobrecimento em grande escala já são fatos e podem levar a uma catástrofe maciça, mesmo no caso de se evitar a guerra nuclear.*

A ordem econômica internacional desigual confina muitos países ao esmagador ciclo da pobreza e os induz a usar práticas industriais e agrícolas que destroem o ambiente. Quando associado ao crescimento da população em todo o mundo, à produção excessiva e ao consumismo inescrupuloso nas nações industrializadas, isto pode conduzir o planeta ao desastre.

O padrão atual de crescente uso de energia elétrica é a conexão-chave numa perigosa rede de problemas ambientais. Entre esses estão os problemas de mudança de clima global, depleção ozônica, depósito de ácido e poluição das águas. Estes, combinados com outros efeitos

potencialmente catastróficos, incluindo a deflorestação, a erosão do solo e a extinção em massa de espécies, reduzem a capacidade da terra de sustentar o aumento da população. O efeito combinado desses problemas diminui as funções do ecossistema de maneira que serão danosos às economias dos países do Norte e, fatalmente, solaparão as economias dos países do Sul.

Estes problemas ambientais interrelacionados afetam todas as nações. Eles acirram as tensões internacionais e aumentam os riscos de conflitos futuros através de impactos causados pelo aumento do nível marítimo, migrações forçadas e colheitas persistentemente arruinadas.

Para sobreviver, devemos reconhecer que a degradação ambiental enfraquece a segurança de todos. O desafio é encontrar meios de promover um desenvolvimento sustentável em todas as regiões do mundo ao mesmo tempo que se reduzam as ameaças militares e ecológicas. A cooperação entre as nações e organizações representativas, nos níveis internacional, nacional, regional e local é essencial para manter os sistemas de garantia de vida da Terra. Esforços intensivos devem ser feitos para estimular um sentimento de cooperação e aproximação para corrigir as injustiças econômicas e proporcionar confiança.

Os caminhos seguidos até o presente para evitar a destruição ambiental têm sido inadequados. São requeridas agora medidas muito mais fortes que incluam o desenvolvimento de métodos agrícolas de alta produtividade, ao mesmo tempo que se reconheça o valor de algumas práticas tradicionais a fim de conservar a água e o solo escassos. Isto implica também uma regulamentação escrita da indústria e da utilização do terreno e investimento maciço em práticas ambientais corretas, maior eficiência na utilização de recursos, utilização de tecnologia de energias renováveis, redução da pobreza e planejamento da população. A educação deve incentivar uma mudança em direção a estilos de vida. O uso global de combustíveis fósseis deve ser reduzido. O Protocolo de Montreal de 1987 sobre Depleção de Ozônio deve ser tornado mais forte a fim de eliminar a produção e o uso de clorofluorcarbonos. Deve-se também aumentar drasticamente o apoio internacional para o reflorestamento. Desse modo, o planeta poderá dirigir-se para um novo e estável equilíbrio, no qual a natureza poderá suportar o impacto da civilização humana.

Declaração de Dagomys do Conselho Pugwash
Moscou, 6 de setembro de 1988.

Senhores,

Tive a oportunidade de ler a revista AMBIENTE que chegou às minhas mãos por intermédio de um colega. Nesta publicação pode-se perceber o grande esforço da CETESB em oferecer um significativo subsídio à problemática ambiental de nossos dias, e isso me

leva a manifestar o meu maior reconhecimento e meus desejos de que se concretizem os objetivos a que vocês se propuseram. E, convencido da importância da aproximação entre profissionais dedicados à questão ambiental em seus diferentes aspectos, através desta forneço minhas referências que considero mais úteis: Engenheiro Sanitarista, chefe do laboratório da Empresa de Obras Sanitárias da Província de Córdoba, membro titular do Conselho Provincial do Ambiente e membro titular da Comissão Permanente para Prevenção e Controle da Poluição da Província.

Cesar Antonio Bertucci

Empresa Provincial de Obras Sanitárias
Concepción Arenal, 54 - Nueva Córdoba
5000 Córdoba, Argentina

Senhores,

Lamentavelmente não foi citado o nome de nossa colega Marisa Cury como colaboradora na confecção dos gráficos e do mapa que fizeram parte do artigo "Metais Pesados no Vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia", publicado na revista AMBIENTE nº 1, Vol. 2, 1988. Em meu nome e no dos demais autores, venho expressar de público os agradecimentos pela sua grande ajuda.

Biólogo Geraldo Guilherme José Eysink
São Paulo, SP

Senhores,

Com prazer recebi o número 3, Volume 1, da revista AMBIENTE e gostaria de manifestar meu apreço por seu conteúdo, que possui, além de alto nível técnico, relevância e aplicabilidade não comuns em revistas nacionais. Em particular, gostaria de expressar meu interesse pelo artigo "Tratamento de esgotos por digestão anaeróbica" que apresenta os resultados de um trabalho prático, os quais poderão ajudar a resolver a questão de tratamento de esgoto, que terá de ser tratada com mais seriedade no futuro, sob pena de se transformar em um fator limitante não só para o desenvolvimento do interior do Estado de São Paulo, como também do país em geral.

Gostaria de receber comentários dos autores a respeito de três aspectos. O primeiro se refere ao problema de amostragem de esgoto bruto que, normalmente, contém retalho de pano e outros objetos macroscópicos mesmo após atravessar as grades e a caixa de areia. É difícil conseguir uma divisão de linha de es-

Continua na pág. 116

Errata

Na página 40 da Revista AMBIENTE nº 1, Vol. 2, imediatamente após o subtítulo MATERIAIS E MÉTODOS, a frase correta é: "Com o propósito de avaliar a toxicidade aguda de amostras compostas de 8 horas, foram realizados testes com microcrustáceo...". E na página 41, Tabela 2, penúltima linha, o valor correto é 23 000.

carta ao leitor

Sabe-se que a indústria é um dos principais responsáveis pelas transformações dos ambientes rural e urbano, não só pelo seu potencial econômico e poluidor, mas também como indutora do processo de urbanização, de transferência de área rural e, conseqüentemente, da ocupação dos espaços.

Sabe-se, também, que o planejamento é um instrumento de apoio para a tomada de decisões, sejam elas técnicas, administrativas ou políticas. Os resultados das decisões dependem diretamente da qualidade da análise, e esta, do grau de abrangência e da consistência teórica na qual está apoiada. As decisões tomadas com base em uma visão incompleta do problema correm o risco de terem os seus resultados comprometidos.

Atualmente, há uma tendência, nas questões ambientais, para um tipo de planejamento que busca a integração entre os aspectos bio-geofísicos e sócio-econômicos. Além disso, há um reconhecimento de que a questão ambiental é apenas um dos aspectos a serem considerados na formulação de qualquer política de desenvolvimento.

Com o objetivo de subsidiar a formulação de um planejamento ambiental para o Estado de São Paulo, um grupo de técnicos da Diretoria de Planejamento da CETESB debruçou-se durante cerca de três meses sobre milhares de dossiês de indústrias localizadas no interior, e selecionou aproximadamente 2 500 estabelecimentos novos com área superior a 500 m² – além das ampliações – implantados no período de 1980 a 1985.

Inicialmente, esses técnicos analisaram a dinâmica econômico-espacial e o perfil da industrialização no Estado, utilizando dados do censo industrial e da CETESB, para em seguida verificar as consequências que esse processo vem causando ao ambiente. Com o desenvolvimento dos estudos, avultaram outros importantes aspectos: os dados permitiam que se identificassem áreas prioritárias para o tratamento preventivo ou corretivo, e forneciam, à própria CETESB, uma nova visão quanto a sua forma de atuação, que poderia passar a ser verdadeiramente diferenciada.

Ao divulgar os primeiros resultados obtidos, na matéria de capa desta edição, seus autores trazem a público um verdadeiro manancial de informações, colocando-as à disposição dos técnicos que militam nas áreas de pesquisa e controle da poluição ambiental, dos que trabalham nas unidades da CETESB espalhadas por todo o Estado, no monitoramento da qualidade das águas interiores, na elaboração de Rimas – Relatórios de Impacto Ambiental e de programas de habitação e infraestrutura para os centros urbanos e rurais, para citar apenas alguns setores.

Assim, realizados com a perspectiva de integração dos interesses da produção com os da preservação da natureza, esses estudos contribuem para reforçar a importância do conceito global de planejamento, introduzindo uma verdadeira filosofia de desenvolvimento que incorpore os aspectos ambientais.



Ozônio: herói e vilão

Poucos assuntos – com exceção, talvez, da AIDS e dos supercondutores – ocuparam tanto espaço nas revistas científicas quanto a questão do colapso do ozônio nas altas camadas atmosféricas em consequência das ações antrópicas. A conceituada revista *Science*, por exemplo, no período de novembro de 1986 a junho de 1988, referiu-se a essa questão pelo menos em dez de seus números semanais. O ozônio ocupa uma posição, ao mesmo tempo, de vilão e de herói no nosso espaço ambiental. Vilão porque, além de representar um indicador importante das reações fotoquímicas realizadas a partir de emissões industriais e veiculares – sendo, conseqüentemente, um indicador de poluição atmosférica –, constitui, por si mesmo, um composto danoso à saúde humana. Pesquisas recentes (revista *Science* de 24 de junho de 1988) vêm confirmando cada vez mais a ocorrência de alterações funcionais e bioquímicas nos pulmões de seres humanos e animais de laboratório, a partir da exposição a curto prazo ao ozônio. Nesse sentido, os cientistas norte-americanos se movimentam com o objetivo de conseguir da EPA – Environmental Protection Agency e de outros órgãos controladores do meio ambiente que sejam reduzidos os valores permissíveis para esse tóxico no ar que respiramos. Por outro lado, a presença do ozônio natural nas altas camadas atmosféricas – ao contrário do que ocorre nas camadas inferiores – constitui um fator indispensável e providencial como elemento bloqueador da passagem de radiações ultravioletas, sabidamente nocivas à vida. Sendo assim, ele constitui um dramático exemplo de poluição segundo a sua definição clássica como “matéria e/ou energia colocadas no lugar errado”.

Buraco

Algumas questões, entretanto, permanecem inexplicadas ou controversas a respeito do “buraco” na camada de ozônio. Um artigo publicado na edição de 21 de novembro de 1986 da *Science* dizia que, entre os anos 1985 e 2029, espera-se um acréscimo de 8,3 milhões de casos de câncer da pele – com 167 mil mortes – e 30 milhões entre 2030 e 2074, além de efeitos deletérios dos raios ultravioletas sobre a flora e a fauna; mas não havia comprovação de que o “buraco” sobre a Antártida se devesse aos fréons (CFC – clorofluorcarbonetos). Também os vulcões podem ser responsáveis por ele.

A mesma revista, em 3 de julho de 1987, detalhava a fotodissociação de O_2 formando O_3 e a destruição catalítica deste último (ozônio) pelos óxidos de hidrogênio, de nitrogênio e outros, entre os quais o cloro do CFC e o metano produzido pelos ruminantes, pelas plantações de arroz, pelos pântanos e cupins. Em 10 de julho de 1987, em um outro artigo, insiste-se na influência que as erupções vulcânicas exercem, ao exalarem cloro, na redução da camada de ozônio, observando-se que a primeira grande depressão ocorreu em 1982 coincidindo com a erupção do *El Chidrón* no México. Adianta esse artigo que provavelmente se trata de variações transitórias em virtude da influência do fenômeno meteorológico conhecido como *El Niño*, que atuou fortemente entre 1982 e 1983. Em sua edição de 9 de outubro de 1987, mais uma vez a revista anuncia o grande esforço realizado pela Nasa – National Aero Spatial Agency, deslocando 150 cientistas, dois aviões e o concurso de satélites para esclarecer a questão. Verificou-se que a quantidade de monóxido de cloro presente na região “buraco” é 100 a 500 vezes maior que a permissível, ou que a observada em latitudes médias do globo. A presença

de bromo, apontada como causa alternativa, não justifica as concentrações muito baixas.

A edição de 27 de novembro de 1987 traz interessantes novidades sobre o mecanismo da formação de ozônio a partir de O_2 na superfície de partículas de gelo a cerca de $200^\circ K$ na estratosfera, onde as nuvens são formadas de partículas de gelo contendo ácido nítrico. Nessas condições, o ácido clorídrico e o nitrato de cloro, em fase gasosa, geram o gás cloro que pode rapidamente fotolizar compostos, transformando-os em radicais livres. Durante a reação, algumas espécies de nitrogênio são suprimidas e, assim, todas as condições concorrem para a criação de um ambiente favorável à destruição catalítica do ozônio pelos radicais halogenados livres.

A 11 de dezembro de 1987, a revista noticia que a EPA exige corte na produção norte-americana de CFC visando reduzi-la de 50% na próxima década, pois uma reunião provocada pela UNEP em setembro produziu manifestação de 23 países endossando essas medidas preliminares.

Redução global

Já a edição de 1º de janeiro de 1988 revela os novos resultados de pesquisa, informando que a redução do ozônio não ocorreu somente sobre a Antártida, mas em dimensão global (Satélite Nimbus 7). Só entre 1979 e 1986, globalmente ele havia diminuído 5% ao ano, apresentando, porém, grandes variações em relação à latitude. Ou seja, nos trópicos a redução é mínima – 0,5% a 1% anualmente – sendo máxima nos pólos e maior no hemisfério sul que no hemisfério norte, em consequência de diferenças na circulação atmosférica. Em sua edição de 8 de janeiro, a revista informa, entre outras coisas, que no Rio de Janeiro, desde 1979, houve um decréscimo de apenas 3% a 5% do

ozônio, enquanto que na Antártida a queda foi de 50%. Em 25 de março são publicados dados ainda mais positivos: a redução média de 50% ocorreu dentro do "buraco", mas em certas regiões, na camada de maior impacto, ou seja, na baixa estratosfera, ela chegou a 95%!

Os clorofluorcarbonetos ocupam, sem dúvida, o primeiro lugar na lista dos vilões. Critica-se, porém, o dado segundo o qual se afirma que a cada 2,5% de decréscimo de ozônio – nas latitudes médias do hemisfério norte – corresponde 10% de aumento da incidência de câncer de pele, pois os seres vivos, inclusive o homem, tendem a reduzir sua exposição ao sol nos períodos em que ocorre maior redução de ozônio, o que não é necessariamente verdadeiro no hemisfério sul. Finalmente, em artigo publicado na edição de 20 de maio, são comunicados novos importantes resultados da pesquisa sobre os detalhes do processo de formação e decomposição do ozônio na estratosfera, principalmente no que diz respeito à forma de participação dos compostos de nitrogênio. As reações de N_2O_5 na superfície do gelo, a $185^\circ K$, com H_2 e HCl , levam à formação de HNO_3 condensado, causando a reação e rarefação das formas ativas de nitrogênio (NO_x) durante o inverno polar, condição importante para a depleção do ozônio no pólo. A reação com HCl produz nitril cloreto gasoso ($ClNO_2$), além do HNO_3 condensado. O $ClNO_2$, que não reage ou condensa em gelo a $185^\circ K$, será intensamente fotolizado na primavera antártica, formando cloro atômico que entra nos ciclos de destruição catalítica de ozônio. O outro produto da fotólise, o NO_2 gasoso, pode ser importante na repartição do NO_x entre fases gasosas e condensadas no inverno da Antártida.

Morte das florestas por destruição de micorrizas

As micorrizas vêm constituindo o objeto de atenções e pesquisas cada vez mais concentradas quanto a sua importância como elemento intermediário entre as árvores e o meio físico – especialmente os solos – nas florestas de todo o mundo. Esses delgados filamentos de fungos em associação com as raízes de algumas árvores, se antes eram considerados

quase como uma curiosidade, não só são muito mais amplamente utilizados pela natureza – é o que se sabe hoje –, constituindo uma constante em quase todas as espécies de árvores conhecidas, como também desempenham um papel decisivo no seu desenvolvimento. Desenvolvendo-se em torno das terminações radiculares mais finas, muitas vezes penetrando as próprias células das raízes, esses fungos constituem uma verdadeira ponte metabólica entre a árvore e o solo, e conduzem, deste para aquela – freqüentemente transformando-os quimicamente – muitos dos componentes químicos que, de outra forma, não poderiam ser assimilados pelas árvores. Esta função das micorrizas constitui uma das razões pelas quais a eliminação da camada superficial dos solos freqüentemente leva à esterilidade, mesmo que se apliquem adubos para a sua fertilização. É isso porque a camada de solo orgânico não só contém os esporos microscópicos a partir dos quais se desenvolveriam os micélios de fungos, como também pelo fato de estes serem específicos para cada espécie de árvore da mata. Um artigo publicado no boletim *Protection de l'Environnement en Suisse*, em fevereiro de 1987, com o título "A morte das florestas: qual o papel desempenhado pelos adubos?", focaliza, entre outros aspectos, os efeitos negativos, no solo das florestas, que as transformações químicas ocorridas a partir da utilização sem controle científico, de adubos – mesmo orgânicos –, no solo de florestas, podem provocar no desenvolvimento normal de micorrizas.

Como se sabe, elas são muito mais importantes para o crescimento e a saúde dos vegetais das florestas que para os dos campos de cultura agrícola. Esta é a razão pela qual a legislação suíça, desde 1986, introduziu regulamentos rigorosos em relação ao uso de adubos e praguicidas em ambientes florestais, interditando totalmente a utilização de herbicidas e exigindo autorização especial, sempre em caráter precário, para o emprego de produtos fitossanitários e adubos não só nas florestas como em suas proximidades.

Biotecnologia: feliz consórcio biologia/engenharia

A revista francesa *La Recherche* editou, em maio de 1987, um número especial totalmente dedicado ao "futuro das biotecnologias". Um capítulo interessante desse número, de autoria de R.M. Willemot e G. Durand, ambos de Toulouse, refere-se aos reatores biológicos, cuja finalidade é a utilização prática da extraordinária capacidade das enzimas e das células que as contêm, em escala industrial e de maneira econômica, objetivando, como subproduto, a produção em massa das próprias células que as fabricam. De um lado, nesse consórcio, o biólogo isola organismos vivos, selecionando as formas que apresentam melhor desempenho em escala de laboratório, procurando acentuar ou inibir algumas de suas características. De outro lado, o engenheiro constrói um conjunto de cubas, tubos, registros e bombas, que, reunidos, constituem a *unidade de produção*. Trata-se, na verdade, de colocar a cultura microbiológica, ou a enzima, em condições que lhes permitam exprimir o máximo de sua potencialidade, tendo em vista um objetivo específico.

Tal interesse deriva não apenas do fato de serem as enzimas entidades macromoleculares, dotadas de uma extraordinária capacidade de reconhecimento seletivo de estruturas no espaço, como também por elas terem o poder de acelerar as reações químicas segundo fatores da ordem de 10^9 a 10^{15} vezes, em condições favoráveis de temperatura, pressão, pH etc. Há cerca de 20 anos vêm sendo realizadas experiências no sentido de se obter a imobilização de enzimas em suportes sólidos, com o objetivo de utilizá-las por períodos prolongados em reatores contínuos. Esse procedimento não se justifica, porém, nos grandes processos industriais convencionais, em que o custo do tratamento enzimático é freqüentemente inferior a 1% do custo da matéria-prima a ser transformada, o que explica o fato de a imobilização não ter desfrutado de maior entusiasmo nos últimos dez anos. A aplicação das biotecnologias à transformação de substratos residuais, tais como lixo e esgotos, em subprodutos úteis como combustíveis, adubos e alimentos, constitui um dos mais fascinantes campos de investigação.