

revista CETESB
de tecnologia

ambiente

Volume 8 Número 1 1994

ISSN 0102-8685

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

A barbárie do consumismo, segundo José Giannotti

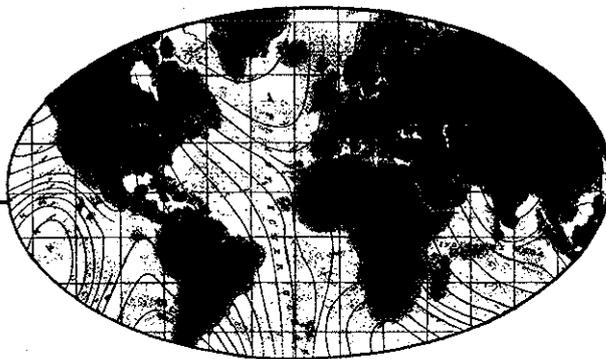
Efeito agudo
da amônia sobre
a Mata Atlântica

Eutrofização
e floração de
fitoplâncton marinho

Destox inova
tratamento de
resíduos orgânicos



Projeto reduz poluição industrial no Alto Tietê



Teste da raiz de cebola

Geirid Fiskesjo, da Universidade de Lund, Suécia, vem desenvolvendo um interessante método de bioensaio para avaliação de qualidade toxicológica da água de rios e efluentes industriais. O método, atraente pela sua simplicidade e baixo custo, baseia-se na velocidade do crescimento das raízes de cebola, quando em contato com águas de diferentes composições e graus de contaminação. O trabalho foi publicado na revista internacional "Environmental Toxicology and Water Quality", em agosto de 1993.

As raízes de cebola são muito usadas, nas escolas de todo mundo, para observação de células e etapas da divisão celular, dada a rapidez com que estas se reproduzem, ao colocarmos a base da cebola em contato com a água. Entretanto, como demonstrou Fiskesjo, o crescimento das raízes, que, normalmente, pode ser medido em centímetros por dia, é inibido pela presença de substâncias tóxicas dissolvidas, tais como metais pesados e compostos orgânicos presentes em despejos industriais. Assim, pela comparação entre o crescimento das raízes de vários grupos de cebolas, colocadas em presença dessas substâncias em várias proporções, torna-se possível avaliar o grau de toxicidade da amostra.

As medidas dos comprimentos das raízes, efetuadas com simples régua milimétrica, podem ser submetidas a testes estatísticos, permitindo a construção de curvas significativas dos graus de contaminação verificados. Além disso, dada a facilidade com que são observados os cromossomas e suas divisões nas células das extremidades das raízes, é possível observar-se anomalias devidas a eventual ação mutagênica dos tóxicos presentes.

Ecosistema Terrestre Quimiotrófico

Artigo publicado na revista francesa "La Recherche", em outubro de 1993, de autoria de Cristian Lascu e Cols., nos dá conta da descoberta, em 1992, na Romênia, de uma extraordinária fauna de invertebrados proliferando no fundo de uma caverna totalmente isolada, há vários milhões de anos, do contato com a luz e a atmosfera externa. Essa fauna vive da matéria orgânica produzida por uma rica flora de bactérias do enxofre, as quais, por sua vez, se desenvolvem em águas termais sulfurosas de origem subterrânea.

Até 1976, pensava-se que a vida no planeta estaria condicionada, sempre, à presença de luz solar, para realização da fotossíntese, como fonte de matéria orgânica. Embora fossem bem conhecidos os processos de síntese orgânica através da quimiosíntese, com dispensa da luz, admitia-se que esses processos estariam restritos a situações muito peculiares e isoladas, como fontes termais ou pântanos ferruginosos, onde se desenvolvem bactérias quimiotróficas. Isso, porém, sem uma seqüência ou cadeia trófica possibilitando o uso da

matéria orgânica resultante de um ecossistema estruturado. A descoberta, naquela data, de um imenso ecossistema puramente de origem quimiotrófica, a grandes profundidades marinhas, constituiu, assim, a primeira notícia de faunas independentes da luz e da fotossíntese.

Agora, a descoberta da gruta de Movilê, situada a mais de vinte metros de profundidade e completamente isolada da biosfera até a abertura de um poço de sondagem, veio revelar a existência de tais ecossistemas, também em ambiente terrestre. A caverna, que é quase completamente inundada por águas sulfurosas subterrâneas, é habitada por bactérias sulfurosas e fungos, que revestem abundantemente suas paredes. É habitada, também, por uma fauna constituída de insetos, aranhas, crustáceos e miriápodes, geralmente cegos e destituídos de pigmentação, típicos de ambientes sombrios, pertencentes, em sua maioria, a espécies ainda desconhecidas da zoologia.

Acústica Marinha e Efeito Estufa

Um novo método para avaliação do efeito estufa no globo terrestre é revelado por um artigo de autoria de Walter Munck, publicado no número de setembro/outubro de 1993 da revista "The Sciences", da New York Academy of Sciences. O método é baseado na medida da velocidade do som na água do oceano que, como se sabe, varia em função das diferenças de temperatura.

Água transmite muito pouco a luz, as ondas de rádio e outras formas de radiação eletromagnética. Em compensação, transmite muito bem uma forma de energia, que é o som. Na verdade, ela transmite tão bem o som, que os oceanos, em seu conjunto, podem ser comparados a uma espécie de câmara acústica, semelhante a uma gigantesca sala de concertos, segundo a expressão de Munck.

A velocidade do som, na água, depende da temperatura, da pressão e da salinidade, o que leva a algumas conseqüências muito interessantes. Uma das mais importantes é a existência de um canal profundo, através do qual o som pode viajar por milhares de quilômetros sem sofrer alterações significativas. Assim, o ruído produzido pelas hélices de um submarino pode ser detectado a milhares de quilômetros, o que fez com que essa descoberta, embora relativamente antiga, fosse conservada sob sigilo militar até recentemente. Com o término da guerra fria, a marinha norte-americana abriu mão das exigências de segurança, permitindo que esse canal acústico passasse a ser explorado para finalidades científicas.

Uma dessas finalidades é a medida das variações de temperatura do oceano com emprego de termômetros acústicos. Com a medição dessas va-

riações, pretende-se avaliar os efeitos do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera terrestre. De acordo com os cálculos dos climatologistas, a temperatura terrestre tem sofrido apenas a metade da elevação que era prevista a partir do aumento de concentração do gás carbônico e a explicação mais simples para o fato é a de que o calor "perdido" esteja sendo absorvido pelo oceano. Ora, a elevação de um grau centesimal na temperatura da água proporciona um aumento de 4,6 metros por segundo na velocidade do som e os modernos equipamentos para avaliação da acústica oceânica já permitem detectar sons emitidos à distância de 12.000 milhas, através da água. Esses princípios estão sendo utilizados por Munck e seus colaboradores no traçado de uma espécie de tomografia oceânica, isto é, um mapeamento, em larga escala, das variações de temperatura das massas de água que circundam todo o planeta.

Inesperadamente, porém, uma dificuldade de ordem ecológica parece estar dificultando o uso dessa tecnologia. É que a freqüência sonora utilizada nos experimentos - cinquenta e sete ciclos por segundo - encontra-se situada na faixa de sons emitidos pelas baleias, interferindo, assim, nos seus sistemas de comunicação e orientação. Por essa razão, os trabalhos realizados a partir do navio de pesquisa Cory, que opera as medidas de som, serão acompanhados por um outro navio oceanográfico, o Amy Chouest, designado para realizar pesquisas sobre o comportamento dos animais marinhos e a experiência será cancelada se os mesmos demonstrarem sinais de perturbação.

Cloro Vulcânico e Camada de Ozônio

Trabalho de autoria de A. Tabazadeh e R. P. Turco, publicado na revista "Science", nº 1.082, de 1993, isenta os vulcões de culpabilidade em relação à destruição da camada de ozônio. Embora uma erupção vulcânica como a do Pinatubo, ocorrida em junho de 1991, possa emitir quantidades de cloro da ordem de até 5 milhões de toneladas na atmosfera, esse cloro é incapaz de atingir a estratosfera, segundo demonstraram os dois pesquisadores da Universidade da Califórnia. Isso porque o cloro presente nas emanações dissolve-se na água resultante da condensação de vapor, em conseqüência do resfriamento deste em sua ascensão pela atmosfera, sendo levado ao solo, na forma de ácido clorídrico. Assim sendo, somente uma proporção de 0,01 por cento do cloro emitido chegaria à estratosfera, onde se localiza a camada de ozônio. Para aqueles autores, portanto, os CFC continuam sendo os doadores do cloro que destrói a camada protetora contra os efeitos das radiações ultravioletas.

EDITORIAL

A vocação da CETESB

A ausência de uma política institucionalizada no plano nacional para o saneamento básico tem contribuído para retardar a melhora da qualidade das águas no Estado de São Paulo, uma vez que os municípios não dispõem de recursos para o tratamento de seus esgotos domésticos.

Por este motivo, as nossas vitórias têm se restringido às reduções das cargas orgânicas e inorgânicas de origem industrial, lançadas nos leitos de águas paulistas.

Tais resultados, no entanto, não são facilmente perceptíveis para a população, e muitas vezes os valores divulgados causam surpresas aos mais diferentes agentes organizados da sociedade, que nos cobram ações mais drásticas no combate e controle da poluição.

A CETESB tem se preocupado em desenvolver tecnologias voltadas a solucionar problemas ligados ao saneamento básico. Este papel é fundamental para a instituição, ou seja, contribuir com soluções viáveis, econômica e financeiramente, voltadas para as municipalidades carentes em recursos técnicos e financeiros.

A grande vocação da CETESB é a sua capacitação para desenvolver, nos âmbitos estadual e nacional, atividades de apoio, assistência técnica e transferência de tecnologias para os sistemas municipais de abastecimento de água e tratamento de esgoto.

Fornecer tecnologias de saneamento ambiental por meio de efetivo e constante apoio assistencial aos municípios é a grande contribuição técnica, social e financeira que o Estado pode e deve dar à sua população.

É por isso que a CETESB pratica hoje as boas técnicas disponíveis para atingir seus objetivos. Com vistas para o futuro, ela concentrará sempre seus esforços no desenvolvimento de novas ferramentas para enfrentar os desafios que a modernidade requer.

É de se ressaltar, portanto, a importância que a veiculação em periódicos, como nesta Revista Ambiente, de aplicações de novas tecnologias, para difundir, entre parceiros, o conhecimento adquirido, com o objetivo de buscar um meio ambiente saudável e melhor qualidade de vida.

Nesta administração estão sendo incentivadas todas as demonstrações e intenções de parcerias e transferências de tecnologias na área de controle e saneamento ambiental.

Nelson Vieira de Vasconcelos
Presidente da CETESB



Foto: José Jorge Neto

José Arthur Giannotti

ENTREVISTA

José Arthur Giannotti

A barbárie do consumismo

O filósofo José Arthur Giannotti é desses intelectuais, oriundos da universidade, que têm em seu currículo uma brilhante carreira acadêmica. Doutor em Filosofia já em 1960, pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, Giannotti foi professor-adjunto, professor titular e professor livre-docente da USP.

No final dos anos sessentas, quando a atividade intelectual nas universidades sofria graves restrições pelos governos militares, José Arthur Giannotti passou a atuar como pesquisador sênior do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento - CEBRAP, que se constituiu no refúgio da *intelligentia* brasileira, na época, e onde permanece até hoje. É autor de diversos livros: entre outros, "John Stuart Mill: O Psicologismo e a Fundamentação da Lógica" e "Origens da Dialética do Trabalho".

Hoje, devidamente aposentado pela Universidade de São Paulo, o filósofo continua vinculado ao CEBRAP, participando ativamente do debate político e cultural do País, agora, já abandonando um pouco a sua postura exclusivamente acadêmica e assumindo posições mais polêmicas.

Mas foi como intelectual e pensador que Giannotti deu uma longa entrevista aos jornalistas Enio Squeff e Newton Mizuho Miura, da revista *Ambiente*. Nela, Giannotti faz uma profunda reflexão sobre a relação homem-natureza, permeando a questão da produção e do uso dos recursos naturais, cuja finitude é, ainda, um dado não pertinente ao consumismo contemporâneo.

Ambiente - *Vivemos num mundo especial, onde se dá toda uma reflexão sobre a cultura humana, ligada, logicamente, à questão da natureza. A dicotomia que surge agora é que não apenas o homem está chegando à conclusão de que deve sobreviver em função da natureza, e a terra está aí e deve ser preservada, mas que também deve haver um outro processo nessa história toda. É isso que queríamos perguntar: como é que se dá atualmente essa relação homem-natureza, de onde ela vem, qual o substrato e por que razão nós devemos repensar hoje essa questão; como é que isso lhe ocorre?*

Giannotti - A reflexão que faço é de que a produção nas artes, nas ciências, não mais se faz no sentido da cultura, mas basicamente em função do consumo. E tanto no consumo de alimentos ou no refinamento deles, como no consumo dos próprios bens simbólicos. Ao invés de haver uma auto-consciência de como estamos pensando o espírito, eu vejo, pelo contrário, que estamos natu-

ralizando a produção cultural, fazendo que ela se espraie como se fossem pequenos riachos, sem tentar formar esse rio caudaloso, amazônico, da cultura. Mas vejo também uma globalização em dois níveis: A principal delas refere-se a uma globalização no nível das informações, que se tornam presentes no mundo dos acontecimentos, e se fazem co-presentes. Assim, um assassinato em massa, em Hebron, repercute horas depois no mundo inteiro; mas eu vejo também uma particularização das recepções e este é o outro lado. Se cada um de nós recebe esses acontecimentos mundiais, isso se dá para a produção cultural de uma maneira não muito particular, mas muito particularista. Por exemplo, estive agora na Europa e todo pensamento europeu estava muito preocupado não só com o desastre da Bósnia, que é realmente um desastre, mas muito mais com o caráter da velha questão da balcanização da Europa

Central. E isso mais do que, por exemplo, com os efeitos desastrosos que a crise de desenvolvimento está provocando na África, na América Latina e assim por diante. Então temos, de um lado, a possibilidade de acesso a qualquer produção cultural. Tenho mencionado, a propósito, o enorme espanto que eu tive ao entrar na Finac moderna, em Paris, que é uma grande livraria, onde há livros e discos, para consumo de massa, na França, e que é uma rede enorme, onde se tem a produção de quase toda a história da música. Qualquer partitura que estava escondida numa biblioteca, hoje está sendo editada. Trata-se de um consumo extremamente civilizado, não aquela idéia da massificação da cultura da escola de Frankfurt. Ou seja, a coisa não ocorre nos termos tão pessimistas como Adorno a pensou. Pelo contrário, está havendo uma flexibilização da produção. Daqui a pouco você pode,

mesmo no Brasil, encomendar o seu carro com a frente de um Mercedes, o traseiro de um Volkswagen, com as cores que você quiser. Há, portanto, uma individualização da produção, e há, também, uma individualização do consumo cultural, o que permite uma flexibilização desse consumo, uma particularização que tem efeitos muito especiais, pois de um lado, há uma similaridade, há uma recepção particular, de outro, porém, há o terrível isolamento das pessoas que, ao se flexibilizar, ao adaptar seus humores a toda

tradição clássica, também se sentem jogadas no mundo, no universo. O próprio desenvolvimento enorme da cultura contemporânea levou a uma situação pascaliana, em que se constata, enfim, a finitude do universo...

Ambiente - *"O silêncio eterno dos espaços infinitos ..."*

Giannotti - Exatamente; e é o que me espanta, e quando isso acontece, não é mais a oposição entre a natureza e a cultura que se torna o grande objeto de investigação. Pelo contrário, é a nossa pequena natureza cultural que está sendo cindida e que está sendo abissalmente comida. Mas ninguém considera mais a natureza como um todo e simplesmente como algo a ser consumido. A natureza se infiltra justamente nessa nova relação dessa cultura flexibilizada, massificada e não só como a natureza japonesa, do jardim, que você enfia na sua casa, do vaso que você traz para casa, na relação animal com a cultura que a gente tem. Não é à toa que neste fim de século as pessoas passem a se refinar pela comida, a ter um enorme interesse pela diversidade dos gostos da cozinha. Isso, evidentemente, sem levar em consideração que nem metade da população do globo sequer come. Então, você tem, de fato, na análise das grandes elites, uma convivência com uma natu-

reza espiritualizada e, de outro lado, uma total naturalização, ou antes, uma bestificação de uma boa parte da humanidade. Certo? Ao contrário da *aufklärung*, isso do iluminismo que pensava que toda huma-

nidade iria fazer parte desse movimento cultural de educação, nós temos atualmente um refinamento fragmentário extremo, quase proustiano, de enormes efeitos estéticos e, ao mesmo tempo, convivendo com a brutalização de uma boa parte dos ho-

mens. Estou dizendo que a predação da natureza, hoje, é a continuidade da predação cultural, porque esse refinamento que é quase do século XVIII, na sua finura, na sua etiqueta e refinamento, tem o seu reverso, que é Sade, o meu divino Marquês, e que tem um lado perverso colado àquilo que havia sido considerado o mais refinado. E a natureza aparece aqui como uma boa parte da cultura, ou seja, como algo a ser dilapidado, a ser descartado, certo? Justamente da mesma forma como você pode renovar um CD ou um pesquisador. Uma das coisas interessantes em ciências hoje, é que quando há um problema, forma-se um grupo, e a possibilidade de se resolver esse problema é muito alta; você não precisa daquele gênio sublime, o único capaz de resolver uma questão. Monta-se uma equipe e resolve-se o problema. Então, ninguém está ligando se o Tietê está poluído, porque seria possível num projeto de mágica a gente arrancar o Tietê, como se fosse o leito de uma estrada e construir um Tietê puro, com peixinhos dourados, com barquinhos de plástico...

Ambiente - *Mas, professor, contudo, não é possível fazer isso. O sr. sabe dessa impossibilidade...*

Giannotti - Não é possível, mas as pessoas agem como se isso fosse pos-

sível; o problema é que a nossa cultura, a cultura moderna, é uma cultura do desperdício, algo que já se observava durante a época do fordismo. Eu me lembro que quando estive nos Estados Unidos, em 1970, foi um escândalo porque eu trazia prá casa uma floresta de papel e de sacos plásticos. Hoje, no entanto, a gente tem o espírito que havia nos Estados Unidos, quando eu botava as compras no lugar e imaginava o quanto de florestas tinha de ser consumido para manter aquele nível de desperdício. Ora, esse desperdício se transformou em padrão mundial, certo?

Ambiente - *Temos este padrão de desperdício que é típico, poderíamos até dizer, de uma espécie de democratização. Mas a gente imagina os antigos romanos fazendo banquetes com línguas de beija-flores, como sendo uma realidade e na ampliação desse consumo de línguas de beija-flores que, no fundo, basicamente, não seríamos diferentes deles. Ampliou-se, então, o número de pessoas que consomem línguas de beija-flores, ou a coisa não é por aí?*

Giannotti - Acho que, na verdade, não é. Vocês têm razão de aproximar este fim de século ao fim do Império Romano, isso porque os romanos só atentaram para esse tipo de consumo no fim do Império, nunca na República Romana que, na sua frugalidade, jamais imaginaria uma coisa dessas. Acontece que, se não somos exímios consumistas de línguas de beija-flores, temos a enorme ilusão predominante de que somos capazes de produzir toneladas e toneladas de línguas de beija-flores, sem qualquer constrangimento, coisa que nenhum romano tinha. E é exatamente desse lado do nosso desperdício que advém essa crença absolutamente diabólica e, ao mesmo tempo, pretensamente divina de que nós somos capazes de produzir qualquer coisa. Onde algumas pessoas extremamente cautelosas e mais próximas realmente da realidade, que a dos imbecis da produção, e que sabem que nós não podemos produzir petróleo como se está gastando, que os recursos natu-

... E se constata a finitude do universo.

rais são finitos, e que a terra, ela mesma, não pode ser gasta e substituída por outra, de plástico.

Ambiente - *Existe uma relação deste tipo de comportamento com o nosso país...*

Giannotti - Claro, acho que quanto mais periférico, mais se preda um país; mas o pior é que o estamos predando não só do ponto de vista da natureza e do meio ambiente, mas também do ponto de vista dos talentos. Basta lembrar no que se tornou a escola no Brasil, não só a pública, mas também a privada, com essa quantidade enorme, por exemplo, de faculdades, que de faculdade não têm nada, e que, sistematicamente, apresentam um ritual universitário de ensino, sem ensinar absolutamente nada. Além do mais, mesmo nos níveis mais altos da pesquisa, da investigação, estamos chegando a níveis de destruição, inclusive do pouco que tínhamos, embora o número de pesquisadores no Brasil tenha aumentado muito em relação há vinte anos. Hoje, com os cortes lineares, com a falta de planejamento e com essa cultura inflacionária que ajuda o desperdício, estamos destruindo nossos centros de pesquisas e também a nossa juventude. Não é à toa, por exemplo, que reaparecem movimentos regionalistas. A idéia do Brasil integrado, orgânico, não resiste, justamente, a esse desperdício.

Ambiente - *Mas por que o desperdício? O sr. vê isso como um fenômeno do capitalismo predador, selvagem, brasileiro, ou como a essência do próprio ser humano?*



Giannotti - Eu acho que isso é próprio do capitalismo mais desenvolvido. Observa-se isso nos Estados Unidos e na Europa; no Brasil, porém, se cruzam os dois elementos. É como se a cobra comesse o próprio rabo, pois temos, de um lado, manifestações desse capitalismo mais insano, que se pensa divino, capaz de produzir tudo e inclusive a natureza; mas, de outro, há um capitalismo selvagem que transforma os países centrais num gigantesco "apartheid", fazendo que essa humanidade divina, consumidora, capaz de ter tudo, se reduza a uma população muito pequena convivendo com um zoológico de bestas que não podem consumir, mas que em geral só têm um único projeto: consumir como as classes dominantes. Penso, por isso, muito mais, que a questão ambiental hoje é consequência desse caráter destrutivo do capitalismo, e da cultura moderna, do que desse confronto entre cultura e natureza, como tinha sido posto no início.

Ambiente - *Temos, então, de rever a nossa postura ética em relação à natureza?*

Giannotti - Temos que rever a nossa forma de existir; existimos com uma vida que não faz mais sentido, que não leva mais em consideração as questões biológicas da própria vida natural, ou seja, a idéia grega e romana de que envelhecer é importante, algo extremamente enriquecedor. O tempo passa e as marcas que ele deixa no corpo e no espírito, essas cicatrizes que se formam, são parte da nossa própria identidade. Mas isso desapareceu; as pessoas se propõem a ser adolescentes sem qualquer marca no espírito e no corpo, a não ser tatuagens. Integram-se as flores, os desenhos, tudo isso, na pele, como se fossem objetos que marcam as pessoas, sem que tenham, porém, qualquer característica objetiva. Anote-se: a palavra natureza vem do ver-

bo nascer; ele é o infinitivo futuro do verbo nascer que, por sua vez, vem da palavra *physis*, grega; e a transposição romana deu à idéia de natureza esse caráter infinitivo futuro. Tenho a impressão, porém, de que a natureza moderna ficou exclusivamente com o futuro, sem nenhuma vinculação com uma própria limitação que o verbo no infinito ainda daria; ficou o infinito futuro sem nada, sem ser verbo nenhum. Daí que a única coisa que vai acontecer é que, enfim, esta enorme ilusão tem seus limites. Os oceanos não são renováveis, a terra não é de plástico, os trovões aparecem, os terremotos também. Los Angeles e São Francisco podem ficar imaginando que não haverá um grande terremoto, mas provavelmente isso vai acontecer. E não creio também que neste processo que eu descrevi inicialmente, não haja um desconforto. Não é por nada que somos narcisistas e autistas prá negar essas resistências; mas essas resistências estão sempre educando os homens. E de repente nós vemos a população do Rio de Janeiro abraçando a lagoa Rodrigo de Freitas, não é? Ninguém abraça os morros e nem chuta a polícia e os governos que permitiram essa simbiose de jogo do bicho, tóxicos e forças da ordem, ou o que é o pior, o Estado se entranhando com o anti-Estado.

Ambiente - *Vivemos uma situação particular muito interessante, especialmente os paulistanos, pois moramos numa das maiores cidades do mundo, a terceira ou a quarta, e num país onde existem homens do neolítico. O sr. vê qualquer possibilidade de que isso nos leve a uma reflexão pelo menos mais próxima da não predação, mais próxima dos movimentos ecológicos que estão aí; ou isso é irrelevante?*

Giannotti - Vejam bem, a simples justaposição do enorme refinamento e da brutalidade, não leva a uma maior consciência. Nada impede que a gente permaneça, esquizofrenicamente, vivendo duas vidas, não é isso? Eu não condeno o consumo, acho que a expansão do consumo de massa é fundamental para levarmos

ao limite exatamente a impossibilidade dessa forma de consumo. Imaginar que a gente vá combater a coisa pela educação, levaria a uma espécie de farisaísmo; basta ver o que é o puritano, ou todas as formas mais exacerbadas de ortodoxia religiosa; isso tem efeitos perversos muito grande na formação das pessoas e nos comportamentos. Então, não é a partir dessa consciência militante que nós vamos, a meu ver, conseguir mudar os padrões culturais modernos, mas sim deixando que o consumo de massa vá e realize essa experiência da impossibilidade da sua extensão, com as suas flexibilizações e com os seus efeitos, como eu acabei de mostrar, inclusive, civilizador. O consumo de massa da música se, de um lado, pode massificar o gosto, ao mesmo tempo, pode refiná-lo. Não tem nada a ver com a massificação pensada pela Escola de Frankfurt, que era consequência direta do fordismo, não é? Acabou-se o fordismo, está acabando o tipo de massificação cultural, tal como a Escola de Frankfurt imaginou. Então, não há a questão da identificação da obra, da mercadoria, porque as mercadorias em geral se furtaram às suas características de mercadoria.

Ambiente - Como assim, professor? O sr. poderia explicar melhor?

Giannotti - Como há uma produção de tal forma tecnológica, em que os centros mais modernos são capazes de produzir sempre produtos novos e monopolizáveis, a invenção científica se tornou monopolizável, ou seja, não há mais uma circulação de valores no sentido tradicional. O que há é uma exasperação da produção capitalista, que se descola inteiramente do trabalho. Por isso, toda essa idéia de que entre o objeto e o trabalho não existe mais nenhuma vinculação, nem mesmo o trabalho abstrato; os objetos, hoje, como que saem das mãos de Deus e não mais dos homens; por isso é que são absolutamente descartáveis. E como são absolutamente descartáveis, somos Deus e podemos produzir? Estamos imaginando como se a pro-

dução fosse na Idade do Ouro; com isso, porém, não se tem nenhum dos efeitos da alienação da mercadoria no sentido clássico da palavra. Pelo contrário, existem outros efeitos, como o deste enorme desperdício...

Ambiente - Não existiria, portanto, o antigo processo de reificação?

Giannotti - Não, não existe nada disso; pelo contrário, ao invés de um processo de reificação, o que existe é um processo cultural que a gente até esquece que ele só se faz em bases materiais; em vez dos produ-

defrontar no dia-a-dia, com a falta das mínimas condições de conforto, pois se, de um lado, as casas e edifícios se tornam objetos belíssimos, de outro, tornam-se impossíveis de ser habitados. Conheço uma casa, na verdade uma escultura belíssima, de tal forma integrada que, quando os pais se separaram, os adolescentes acharam excelente, porque a partir daquele momento eles puderam dormir sossegados, já que não haveria mais barulhos noturnos...

Ambiente - Professor, o Gerd Bornheim disse numa entrevista à revista *Ambien-*

... O que há é uma exasperação da produção capitalista, que se descola do trabalho.

tos virarem reificados, eles viram espírito santo, porque nos esquecemos que eles têm base material...

Ambiente - Interessante, por favor, explique melhor...

Giannotti - O que eu dizia é que, hoje, daqui a pouco, você pode encomendar o seu carro, como quiser. Então, a idéia básica é de que não existe mais nenhum constrangimento na fabricação do objeto, como se você não tivesse que obedecer às leis da materialidade do ferro, do plástico, ou seja, tudo passa a ser possível. Vejam bem: uma das coisas mais interessantes da arquitetura de Niemeyer é que, como ele diz, o concreto permite o desbunde da forma; ora, o que é a arquitetura de Niemeyer senão a criação da ilusão de que tudo é permitido em arquitetura, e que as formas adquirem uma autonomia que independe do seu material? Trata-se de um patamar de genialidade, mas na medida em que as formas perdem toda a sua materialidade, as pobres pessoas que vão viver nessas casas terão de se

te, que o homem não é mais um ser natural, que não há mais possibilidade de retorno à natureza. Mas aí lhe perguntamos qual a possibilidade de superação dessa predação sem limites. E ele respondeu que seria no plano político, o que em última análise redundaria também no processo cultural. Que o sr. diz disso?

Giannotti - Se imaginarmos que a política poderá ser depuradora e desempenhar o papel de saneamento da vida cotidiana, aí eu concordaria, mas eu acho que a idéia de revolução se tornou ambígua, porque primeiramente ela significava a revolução dos planetas, isto é, a volta dos astros em torno do sol. Depois a revolução significou a criação. Agora a revolução está um pouco entre os dois lados: o eterno retorno e, ao mesmo tempo, a ilusão da revolução como início radical. Ninguém mais pensa que poderemos criar a fogo um novo homem. Essa idéia escatológica de revolução terminou. Por isso eu acredito que o problema é muito mais a gente repensar as nossas relações cotidianas,

como é que nós vamos, de fato, ter uma política, e que isso resulte numa política em um Estado diferente, em políticas necessariamente com maior proteção ao ambiente e assim por diante. Mas isso só será possível quando tivermos uma nova forma de vida cotidiana cultural.

Ambiente - *Como se dará isso dentro de um processo cultural que não se reconhece a si próprio como predatório?*

Giannotti - Existe uma indissociação entre o fazer e o fazer de conta, certo? Portanto, no caso da produção cultural, pode-se imaginar que se possa criar sem os contingenciamentos do fazer e isso implica, de um lado, um autismo e um enorme narcisismo das pessoas, dos criadores e de todos os receptores. Mas, de outro, isso não significa que as pessoas normalmente não sejam cindidas e que o desconforto não se instale nas suas vidas cotidianas. Nós não vamos dizer que as pessoas que estão construindo as mil formas de comer línguas de beija-flores, como vocês disseram, estejam satisfeitas. Acho que nunca houve tanta angústia passando as produções culturais, e tanto silêncio, tantas rupturas. Se o "O Grito", de Munch, foi roubado, não é por isso que o grito deixou de sair de nossas gargantas. E como nós não somos eternos, por mais que a medicina possa prolongar nossa vida ou falsificar o nosso envelhecimento, somos obrigados a conviver com as modificações do nosso rosto, cada dia, diante do espelho.

Isso tem o seu efeito educador. Se uns são capazes de negá-lo, outros não, e portanto criam-se situações do próprio nível cultural que são de enorme conflito, o que não significa que as massas que estão pedindo, impedindo essa fantasia do consumo e da produção absolutas, não estejam aí, pressionando e obrigando as pessoas a tomarem, pelo menos, conta de seus quintais, a se cercarem contra a invasão dos bárbaros. Então, o resultado são conflitos que um dia vão ter de ser

repensados; o que estou dizendo é que nós não temos, hoje, sistemas organizados de repensar e de coordenar essas formas de insatisfação. Isso, num fim de século, não significa que as novas formas de fazer política e de fazer cultural não devam ser criadas.

Ambiente - *Pois é, professor, mas como é que isso se coaduna com um leitor de Marx, como o sr.?*

Giannotti - Muito bem, o marxismo sempre me interessou. Mas não se pode esquecer que a oposição entre o socialismo e a barbárie está muito presente na obra de Marx, e o que nós temos de perceber é que nós estamos vivendo numa barbárie, extremamente refinada, mas barbárie, e não se pode confundir selvageria com barbárie. A selvageria é a falta de lei, e falta de Estado, já a barbárie seria a transformação da lei em instrumento *ad hoc* de dominação.



Ambiente - *Seria a selvageria apesar da lei? O sr. não a particularizaria como uma característica do Brasil?*

Giannotti - Não, acho que, com formas diferentes, isso existe em todo o mundo. Não posso imaginar que a Iugoslávia não seja bárbara hoje, e nem posso imaginar que, tanto os radicais palestinos quanto os radicais judeus, não sejam bárbaros, que eles não estejam querendo explodir certas regras de convivência; o que esse pessoal quer, na verdade, é voltar à barbárie.

Ambiente - *O sr., apesar de tudo, tem um ponto de vista sobre a questão da predação?*

Giannotti - Acho que a modernização do sistema político brasileiro e a modernização, inclusive, da vida cotidiana, modernização no sentido de que nós nos tornamos mais capitalistas e portanto, ao mesmo tempo, mais flexíveis e mais alienados, nos levam a um estágio entre esse desconforto do cotidiano e... enfim, a uma tomada de consciência mais pertinente às condições em que estamos vivendo.

Ambiente - *A tomada de consciência nos tornará menos predadores em relação ao país?*

Giannotti - A tomada de consciência nos tornará mais conscientes dos constrangimentos da nossa produção e das responsabilidades que temos, inclusive, da predação que fazemos do material humano no Brasil. E, conseqüentemente, teremos de criar instituições onde tais desconfortos deságüem e sejam tratados; de forma que eu acredito que haverá possibilidade de que, enfim, se comece a ter uma relação com a natureza e com a cultura, que pelo menos se perceba que não dá para continuar seguindo a mesma linha dos padrões predatórios dos centros periféricos; no mais, vamos ter outras experiências que são absolutamente extraordinárias. A modernização de um país do tamanho da China, um país que vai ser, ao mesmo tempo, tecnologicamente avançado e predador, deverá redundar num

desequilíbrio na situação ecológica e política mundiais, que alguma coisa deverá acontecer... Acho que, realmente, esse processo de capitalização da China, que é um processo selvagem e predador, como nós sabemos hoje, ecologicamente desastroso, feito nos termos chineses, implicará alguma coisa de catastrófico; as pessoas vão ter que se dar conta, pelo menos no Japão, por exemplo, de que se a China estourar, os japoneses desaparecerão.

Projeto reduz poluição industrial no Alto Tietê

Lineu Rodrigues Alonso¹
Eduardo Luís Serpa²

RESUMO - Este trabalho relata as atividades desenvolvidas pela CETESB no Projeto Tietê, referentes ao controle da poluição industrial. A metodologia de controle adotada pela CETESB incluiu a seleção do universo de empresas, a solicitação de planos de tratamento de efluentes líquidos às indústrias, sua análise e adequação, o acompanhamento da execução e a aferição dos Sistemas de Tratamento de Águas Residuárias (STAR) implantados e o monitoramento dos efluentes tratados. São apresentados os resultados obtidos até outubro de 1994, mostrando-se o atendimento às metas previamente fixadas e as reduções obtidas nas cargas poluidoras de origem orgânica e inorgânica.

Palavras-chave: Projeto Tietê, poluição das águas, poluição industrial.

ABSTRACT - This paper shows the activities developed by CETESB in the Tietê Project, referring to the industrial pollution control. The control methodology adopted by CETESB included: to select the industries to be enforced, to ask the industries to present waste water control plans, to analyze and fix this plans, to follow the implantation of the industrial waste water treatment plants, to analyze the treated effluents and to monitor this effluents.

The results achieved up to October of 1994 are presented, showing the attainment of the goals established and the reduction obtained in the emission of organic and inorganic pollution.

Key-words: Tietê Project, water pollution, industrial pollution.

Até o início da década de 50, São Paulo pode desfrutar do rio Tietê como uma importante opção de lazer para sua população. Uma prova das disponibilidades do rio para esse fim são os clubes até hoje existentes às suas margens.

Nos anos 50, com o avanço da industrialização e o conseqüente aumento da população, iniciou-se um acelerado processo de degradação ambiental que se reflete atualmente nas péssimas condições sanitárias que o rio apresenta.



O crescimento desordenado verificado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sem a execução de obras de saneamento básico na mesma velocidade, nos levou ao quadro vivenciado no início do Projeto, quando a bacia do Alto Tietê recebia uma carga orgânica estimada em 1.200 toneladas de DBO por dia, sendo que 30% dessa carga poluidora era gerada pelas indústrias, que também eram responsáveis pela emissão diária de 4,8 toneladas de carga inorgânica, representando a poluição por metais, fluoretos e cianetos.

Nas últimas quatro décadas têm sido apontadas soluções para a recuperação da qualidade dos rios que atravessam a Região Metropolitana de São Paulo, porém, tais projetos não foram implementados em sua totalidade face, entre outros motivos, à enorme quantidade de recursos financeiros envolvidos e a necessidade de se aplicar esses recursos em outras obras prioritárias, não havendo, por parte da comunidade, uma maior preocupação com as ações relacionadas à preservação do meio ambiente.

1 - Engenheiro Civil, prof. da FATEC, coordenador-adjunto do Grupo Executivo do Projeto Tietê, diretor de Controle da Poluição de Regiões Metropolitanas (M) da Cetesb.

2 - Engenheiro Mecânico Têxtil, coordenador-executivo do Grupo Tietê na "M", gerente regional da Região Metropolitana da CETESB.

Em 1990, a bandeira da despoluição do rio Tietê e da represa Billings, com forte apelo popular, recebeu apoio do Governo do Estado e ações de controle tiveram início com a assinatura de protocolo de intenções entre a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e as Secretarias Estaduais do Meio Ambiente e de Energia e Saneamento.

Com a criação da Comissão Especial para a Despoluição da Bacia do Alto Tietê e Represa Billings em 25 de setembro de 1991, foram adotadas medidas que permitiram uma ação integrada de várias secretarias de Estado e organizações estatais (ver composição no Quadro 1). Foi formado um grupo executivo com representantes da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo, tendo como atribuições:

- 1 - Integração dos vários órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, universidades e entidades da sociedade civil.
- 2 - Coordenação das ações técnicas e administrativas.
- 3 - Apoio às negociações com agentes financeiros nacionais e internacionais.

Quadro 1 - Composição da Comissão Especial para o Programa de Despoluição do rio Tietê.

Governador do Estado (presidente)
Secretário de Energia e Saneamento ¹
Secretário do Meio Ambiente
Secretário de Planejamento e Gestão
Secretário da Saúde
Secretário da Habitação
Secretário da Fazenda
Assessor Especial para Assuntos Internacionais
Presidente da Sabesp
Presidente da Cetesb
Superintendente do DAEE

(1) Atual Secretário de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.

O Projeto Tietê tem como objetivo melhorar de forma gradativa a qualidade das águas da bacia do Alto Tietê e represa Billings, com a execução das obras e atividades descritas no Quadro 2. As obras previstas para a segunda etapa do projeto são estimadas, sendo que o escopo, o orçamento detalhado e as fontes dos recursos encontram-se em fase de definição.

A primeira etapa do Projeto Tietê contempla o investimento de US\$ 1,9 bilhão proveniente do Governo do Estado de São Paulo, na forma direta ou através das empresas e órgão participantes, complementado com recursos provenientes de organismos internacionais (BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento e OECF - Overseas Economic Cooperation Fund). A distribuição dos investimentos por fonte de recurso é apresentada no Quadro 3.

Para o controle da poluição industrial estima-se que a indústria privada mobilize recursos da ordem de US\$ 500 milhões, sendo que os empresários dispõem de

linha de financiamento, voltada para este fim, de US\$ 300 milhões do BNDES. Esses recursos se somam aos disponíveis no Programa de Controle da Poluição - PROCOP, instituído pelo Governo do Estado de São Paulo, prevendo-se a sua utilização até 1994, quando as obras relativas à implantação dos sistemas de tratamento de efluentes industriais deverão estar concluídas. Cabe indicar que o uso desses recursos é opção das indústrias incluídas no Projeto Tietê.

Programa de Despoluição Industrial

O Programa de Despoluição Industrial está subdividido em quatro projetos, tendo as seguintes metas:

Projeto 1 - Controle das 1.250 indústrias consideradas responsáveis por 90% da poluição industrial que aflui à bacia.

Projeto 2 - Capacitação técnica do corpo operacional da CETESB, para o efetivo exercício do controle da poluição.

Projeto 3 - Implantação de um sistema integrado de processamento de dados, para agilizar as ações administrativas de controle da poluição ambiental.

Projeto 4 - Prover a CETESB de uma infra-estrutura adequada para o eficaz desempenho de suas atribuições legais.

A implementação dos projetos descritos acima e as ações complementares demandarão recursos da ordem de US\$ 18 milhões.

Com esse programa serão gerados os seguintes produtos:

1 - A eliminação de cerca de 85% da carga inorgânica de origem industrial que é despejada na bacia do Alto Tietê.

2 - O controle sobre a carga orgânica gerada pelas indústrias, obtido pelo enquadramento dos efluentes líquidos nos parâmetros de emissão estabelecidos.

3 - A melhoria das condições institucionais da CETESB, obtida com a capacitação técnica e provimento de uma infra-estrutura de comunicação, de transportes e de instalações compatível com as atividades desenvolvidas pela companhia.

O presente trabalho detalha as atividades em desenvolvimento pela CETESB, para obter e manter sob controle as principais fontes de poluição industrial da Região Metropolitana de São Paulo, na bacia do Alto Tietê.

Metodologia de Controle

A metodologia utilizada no controle da poluição industrial pode ser verificada na Figura 1.

As ações desenvolvidas pela CETESB tiveram início em 13 de setembro de 1990, com a assinatura do protocolo de intenções entre a FIESP e as Secretarias de Estado do Meio Ambiente e de Energia e Saneamento. Por intermédio desse protocolo, coube à CETESB elaborar o diagnóstico da poluição de origem industrial na bacia do Alto Tietê e represa Billings, à SABESP definir as indústrias cujos efluentes pré-tratados receberiam

Quadro 2 - Relação de Obras e Atividades.

1º ETAPA DO PROJETO	
PROGRAMA SABESP - COLETA, AFASTAMENTO E TRATAMENTO DE ESGOTOS	
- Redes e Conexões	1.500 km e 200.000 ligações
- Coletores Troncos	315 km
- Interceptores	37 km
- Estações de Tratamento	ETE Novo Mundo - 2,5 m³/s ETE São Miguel - 1,5 m³/s ETE Barueri - ampliação de 2,5 m³/s ETE ABC - conclusão do módulo de 3 m³/s
- Construção do Emissário EM-1	Ligação Pinheiros - Vila Leopoldina
PROGRAMA CETESB - DESPOLUIÇÃO INDUSTRIAL	
Identificar, controlar e manter sob controle os efluentes líquidos das fontes prioritárias de poluição das águas na Bacia do Alto Tietê e Represa Billings, de acordo com o seguinte cronograma:	
- Número de indústrias controladas:	300 até dezembro de 1992 650 até dezembro de 1993 1.250 até dezembro de 1994
PROGRAMA DAEE - OBRAS HIDRÁULICAS DE USO MÚLTIPLO-	
- Sistema Alto Tietê	Barragem de Biritiba Barragem do Paraitinga Interligação Biritiba - Jundiaí Interligação Biritiba - Tietê
- Cabuçu de Cima	10,5 km de canalização
- Rebaixamento de Calha do Rio Tietê	16,5 km de obras
PROGRAMA COMGÁS/CESP/ELETROPAULO - DISPOSIÇÃO FINAL DE LIXO	
- Construção de Usina Termoelétrica de Lixo	
2º ETAPA DO PROJETO	
PROGRAMA SABESP - COLETA, AFASTAMENTO E TRATAMENTO DE ESGOTOS	
- Redes Coletoras	500 km
- Coletores Tronco	230 km
- Interceptores	82 km
- Estações de Tratamento	ETE Novo Mundo - 2,50 m³/s ETE São Miguel - 1,50 m³/s ETE Barueri - 4,75 m³/s ETE ABC - 1,50 m³/s
- Ampliações	

tratamento secundário nas estações públicas de tratamento de esgotos e à FIESP fomentar e orientar as indústrias na execução dos sistemas de tratamento das águas residuárias.

O controle dos efluentes líquidos de origem industrial iniciou-se com a seleção do universo de empresas a serem incluídas no Projeto Tietê. A seleção das indústrias foi feita a partir do cadastro de empreendimentos da CETESB e de informações cadastrais fornecidas pela SABESP e pela EMLASA.

A partir dos 40.000 empreendimentos cadastrados na RMSP foram selecionadas as 1.250 indústrias consi-

deradas prioritárias, baseando-se principalmente nos potenciais de emissão, toxicidade dos efluentes líquidos e vazão. Foi efetuada a caracterização dos efluentes líquidos, estimando-se que essas indústrias sejam responsáveis por 90% da carga poluidora industrial da bacia do Alto Tietê.

Com base na análise de caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes líquidos, estima-se que a carga orgânica potencial das empresas da RMSP seja superior a 450 toneladas de DBO/dia. A carga potencial inorgânica dessas empresas (somando-se os metais, cianetos e fluoretos) é da ordem de 6 toneladas/dia.

Quadro 3- Fontes de recursos (em milhões de dólares).

	BID	SABESP	OECF	GOVERNO ESTADO	TOTAL
PROGRAMA SABESP	450	570			1.020
PROGRAMA DAEE			872	248	620
PROGRAMA COMGÁS/ CESP/ELETRIPAULO			186	91	227

O universo das empresas do Projeto Tietê apresenta grande participação das indústrias metalúrgicas (incluindo as mecânicas e automobilísticas), seguindo-se as indústrias têxteis, alimentícias (incluindo bebidas), químicas (incluindo sabões), de material elétrico e de papel. As indústrias metalúrgicas e químicas geravam 87% da carga inorgânica, enquanto as indústrias de alimentos, químicas e têxteis contribuíam com 79% da carga orgânica descartada pelas empresas que compõem o universo do Projeto Tietê (ver Figura 2).

A maioria das empresas incluídas no Projeto Tietê localiza-se em áreas com previsão de atendimento por sistema público de esgotos, sendo que apenas 5% das indústrias encontram-se em áreas sem previsão de atendimento (sistemas isolados). Pelos dados constantes na Figura 3 pode-se notar que a maioria das empresas situa-se na área de atendimento do sistema Barueri da SABESP. Entretanto, as empresas cujos efluentes drenam para o sistema ABC da SABESP apresentam a maior carga inorgânica. Tal fato é justificado pela presença, na região do ABC, de grande número de indústrias metalúrgicas e químicas. Considerando-se a emissão de carga orgânica, verifica-se maior contribuição das empresas localizadas na área de atendimento do sistema Barueri, onde se percebe a existência de indústrias alimentícias e químicas de grande porte.

Ordenando-se as empresas em função de suas cargas poluidoras verifica-se que apenas 287 indústrias eram responsáveis por 95% da carga inorgânica, enquanto 186 firmas contribuíam com 95% da carga orgânica remanescente das indústrias inseridas no Projeto (ver Figuras 4 e 5).

A caracterização dos efluentes industriais realizada pela CETESB permitiu exigir legalmente o enquadramento dos lançamentos hídricos que estivessem em desacordo com as normas e padrões estabelecidos no Regulamento da Lei nº 997/76 e na Resolução CONAMA nº 20/86. Essas exigências estabeleceram a necessidade de apresentação de planos de controle por parte das indústrias. Tais planos deveriam conter principalmente:

1- As soluções técnicas para atendimento dos requisitos legais de emissão, que podem variar entre o pré-tratamento e o tratamento completo dos efluentes. Este envolve a redução das cargas orgânica e inorgânica (exigida nas áreas não previstas para atendimento por rede de esgotamento). O pré-tratamento implica apenas a redução da carga inorgânica, seguido da ligação e lançamento na rede pública coletora para tratamento conjunto com os esgotos domésticos nas estações de tratamento de

esgotos da SABESP. Esta alternativa é disponível para as empresas localizadas em área servida ou a ser servida por rede pública de esgotos.

2 - O cronograma de implantação das obras, pelo qual as indústrias comprovariam a factibilidade da execução dos sistemas propostos de tratamento de efluentes, dentro dos prazos estabelecidos pelo projeto.

Uma vez submetidos à CETESB, esses planos são analisados e complementados até obter sua aprovação, quando se inicia a fase de implantação. As indústrias que solicitam suporte financeiro para o enquadramento de seus despejos, contam com o apoio do PROCOP e do BNDES, devendo para tanto apresentar projetos detalhados dos STARS, para análise de sua viabilidade técnica e econômica.

O acompanhamento da implantação dos STARS é realizado pelas equipes técnicas, por meio da análise de documentos comprobatórios solicitados periodicamente às indústrias e da realização de freqüentes inspeções para verificar o atendimento aos cronogramas contidos nos planos de controle aceitos pela CETESB.

Após a implantação do sistema de tratamento, é efetuada uma caracterização mais acurada dos efluentes tratados, para se certificar que os mesmos passaram a atender aos padrões legais de emissão.

As indústrias, cujos efluentes se enquadram na legislação vigente, passam a ser vistoriadas e a ter seus lançamentos monitorados periodicamente, para assegurar a operação e manutenção adequadas dos STARS implantados. No início de 1993 foi firmado compromisso entre a FIESP e as Secretarias de Estado do Meio Ambiente e de Energia e Saneamento, prevendo-se a realização do automonitoramento dos efluentes pelas indústrias consideradas prioritárias no Projeto Tietê. Tal compromisso está sendo regulamentado pela CETESB e permitirá às indústrias um acompanhamento mais acurado dos sistemas de tratamento implantados. À CETESB caberá agilizar as ações de controle.

As empresas localizadas em áreas com previsão de atendimento pelo sistema público de esgotos serão acionadas para conectar seus efluentes pré-tratados à rede coletora, quando de sua construção, sendo necessária, nessa fase, a adoção de medidas conjuntas pela CETESB e pela SABESP. A CETESB fornece à SABESP as informações qualitativas e quantitativas sobre os efluentes das indústrias consideradas prioritárias para interligação à rede. A priorização das empresas foi feita tendo por base o cronograma de obras da SABESP, considerando-se a existência ou a construção das redes coletoras, dos coletores troncos, interceptores, elevatórias de esgotos, emissários e estações de tratamento.

As unidades de apoio técnico da CETESB efetuam o acompanhamento constante da qualidade dos principais corpos d'água da Região Metropolitana de São Paulo. Isso permitirá avaliar as alterações na qualidade desses rios e represas com a implantação do Plano Diretor de Esgotos na RMSB.

O controle dos efluentes líquidos industriais é efetuado por nove unidades descentralizadas da CETESB, localizadas na

Figura 1 - Metodologia de Controle.

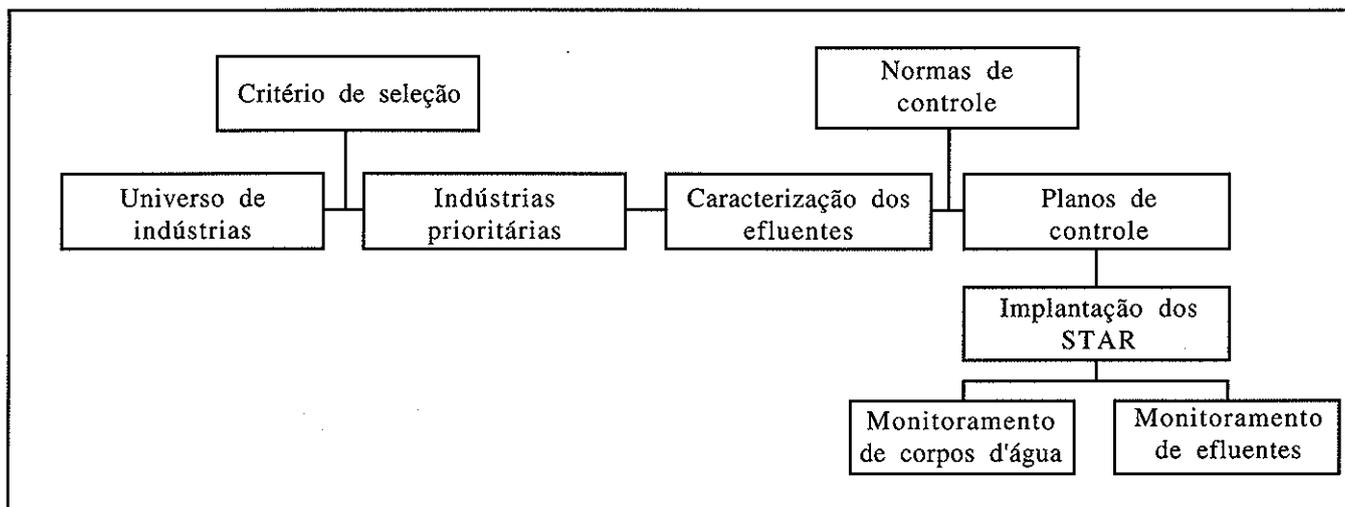


Figura 2 - Distribuição percentual do universo de indústrias e cargas poluidoras, por tipo de atividade industrial, no início do Projeto Tietê.

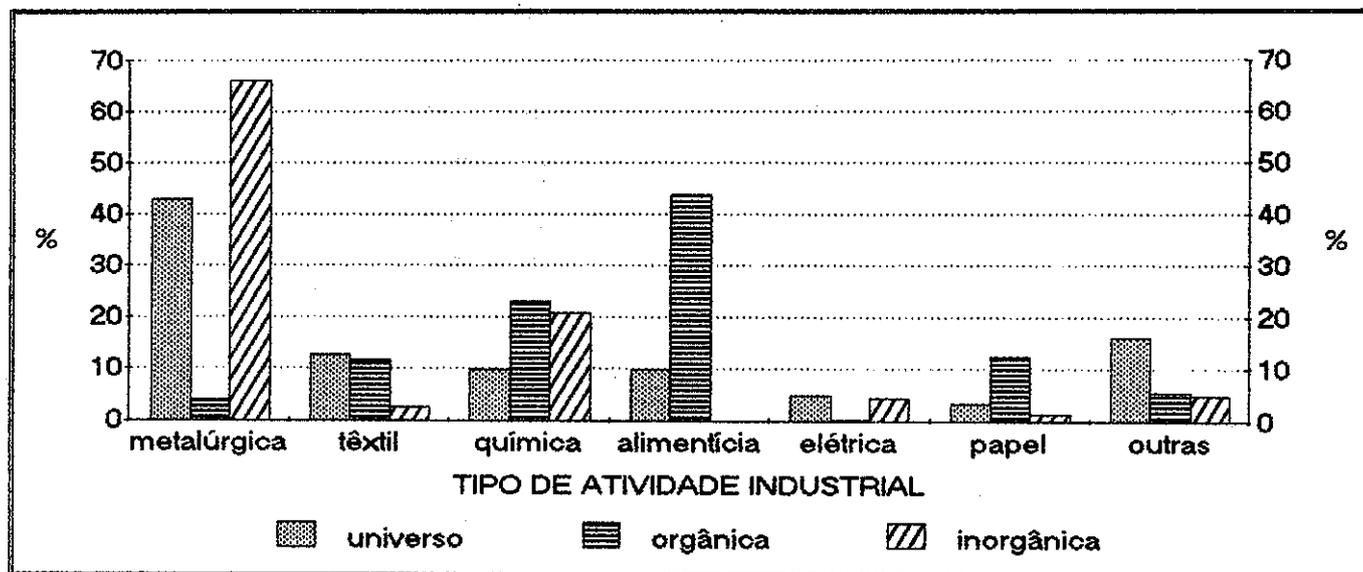
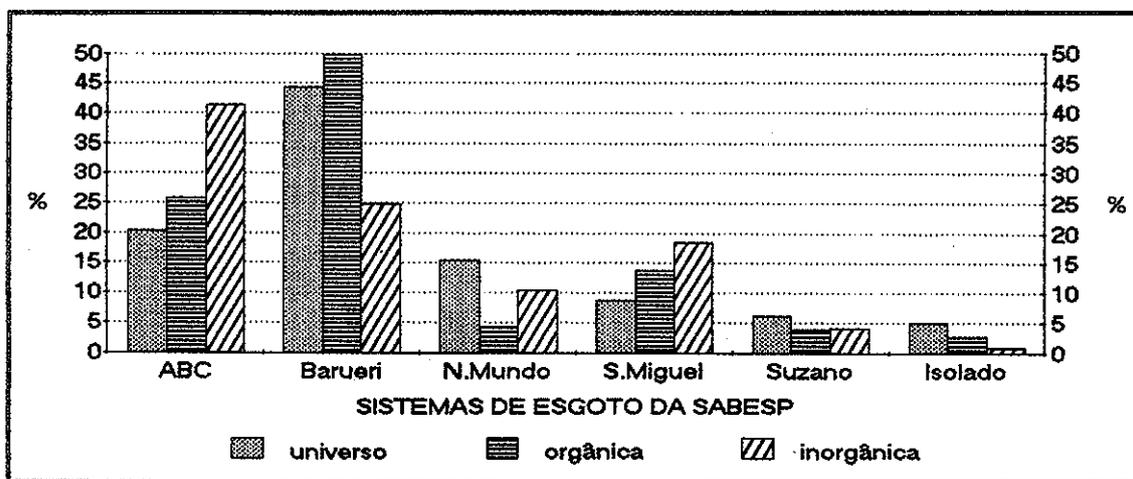


Figura 3 - Distribuição percentual do universo de indústrias e das cargas poluidoras industriais, por sistema de esgotos da Sabesp, no início do Projeto Tietê.



RMSP (ver Quadro 4), contando ainda com as unidades de apoio dessa instituição (setores de análise de projeto de STAR, de coleta de amostras, de análise dos efluentes coletados e de apoio e informação).

A homogeneização e a eficácia das ações realizadas pelas várias áreas envolvidas, vêm sendo conseguidas com a elaboração e implementação de normas e rotinas de procedimento.

Situação Atual do Projeto

O desenvolvimento do Projeto de Despoluição Industrial vem ocorrendo de forma dinâmica, sendo que atualmente todas as empresas envolvidas encontram-se atendendo aos padrões legais de emissão, avaliando os STARS implantados ou implantando seus planos de controle ou, ainda, foram autuadas, devendo enquadrar seus efluentes conforme determina a legislação vigente.

Em outubro de 1994, 82% das empresas incluídas no projeto haviam enquadrado seus efluentes líquidos nos parâmetros legais, enquanto 13% implantaram sistemas de tratamento que se encontram em aferição e apenas 5% do universo do Projeto ainda não havia concluído a implantação dos planos de controle.

As informações constantes na Figura 6 mostram que as preocupações atuais no desenvolvimento do projeto estão voltadas, principalmente, para o acompanhamento da implantação dos planos de controle e para a aferição dos STARS instalados. Esta fase é de suma importância para que seja assegurado o cumprimento das metas fixadas, no que se refere ao número de empresas cujos efluentes atendem à legislação (casos resolvidos). Outra atividade importante em desenvolvimento pela CETESB é o monitoramento dos casos resolvidos, visando a manutenção do controle dos efluentes líquidos, alcançado na fase inicial.

A evolução do trabalho realizado de janeiro de 1992 a outubro de 1994 é revelada na Figura 7. Através dos dados constantes nessa figura pode-se observar que as metas fixadas, junto ao BID, para dezembro de 1992 (300 casos resolvidos) e para dezembro de 1993 (650 casos resolvidos), foram atingidas pela CETESB.

A análise dos casos resolvidos revela que 76,2% das

empresas atendem ao disposto no artigo 19-A do Regulamento da Lei nº 997/76, o qual define os padrões de emissão para lançamento em sistema público de esgotos. Uma parcela menos significativa de empresas (7,4%) tem seus despejos atendendo ao fixado no artigo 18 do dispositivo legal retrocitado, possuindo sistemas de tratamento completo dos despejos (para as cargas poluidoras orgânica e inorgânica). Tal fato era esperado porque 95% das indústrias do projeto estão situadas em locais previstos para atendimento pelo Plano Diretor de Esgotos da RMSP. Cabe indicar que, de acordo com o artigo 19, mesmo as empresas que implantaram sistema completo de tratamento de águas residuárias devem interligar seus efluentes à rede coletora, caso esta apresente condições técnicas para o recebimento dos despejos. Este fator apresenta um peso significativo para a indústria definir o tipo de STAR a ser implantado. Outros fatores que influenciam as empresas, levando-as a optar por sistemas de pré-tratamento, ao invés do sistema completo, são a necessidade de áreas maiores para a implantação desse tipo de tratamento e uma maior utilização de recursos financeiros.

O resumo dos dados sobre os casos resolvidos pode ser visto na Figura 8.

Dentre os casos resolvidos verifica-se que 14,5% das indústrias encerraram suas atividades no local, e que 1,9% delas encontram-se com suas atividades paralisadas. Entre os fatores que levaram-nas a esta situação podem ser citados a crise econômica que o país atravessa, a centralização de algumas atividades poluidoras em empreendimentos de maior porte e a terceirização de certas atividades industriais. Algumas dessas indústrias mudaram-se para outros locais. Neste caso, passam a ser fiscalizadas pela CETESB através do atendimento preventivo, no qual o início de operação de novas fontes poluidoras está atrelado à implantação de sistemas eficientes de controle.

No que se refere às emissões poluidoras remanescentes, verificou-se uma redução da carga orgânica da ordem de 61% e uma diminuição da carga inorgânica da ordem de 68%.

A Figura 9 mostra a evolução das cargas poluidoras desde o início do projeto até outubro de 1994. As cargas orgânicas estão referenciadas ao eixo vertical esquerdo, enquanto as cargas inorgânicas estão referenciadas ao eixo vertical direito.

Para que as metas globais fixadas fossem alcançadas, foi

Figura 4 - Distribuição porcentual acumulada da carga inorgânica pelo número de indústrias, no início do Projeto Tietê.

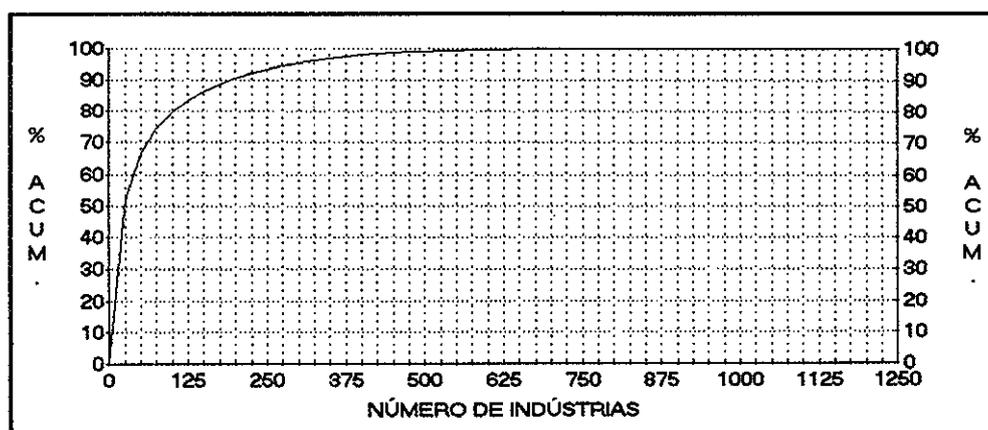
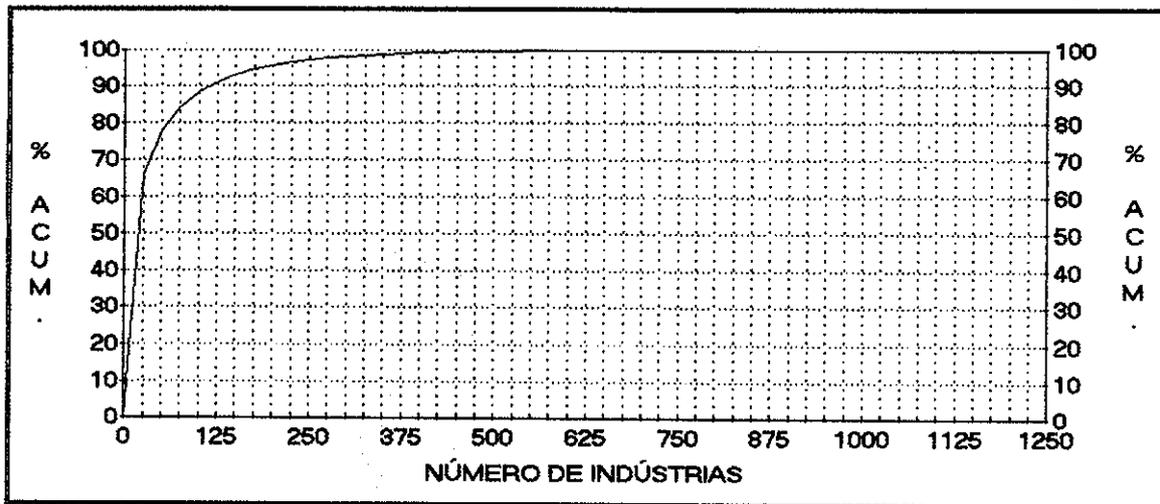


Figura 5 - Distribuição porcentual acumulada da carga orgânica pelo número de indústrias, no início do Projeto Tietê.



realizada uma programação individualizada para cada um dos nove distritos de controle da CETESB. Essa programação envolveu a elaboração de metas para a caracterização dos efluentes industriais, visando a obtenção de planos aprovados de controle (incluindo a solicitação dos planos e sua adequação), até serem definidas as metas para os casos resolvidos.

As metas fixadas em conjunto com as unidades de controle da CETESB, são acompanhadas periodicamente através da coleta, totalização e análise mensal de informações elaboradas pelos distritos, além de reuniões realizadas com os respectivos responsáveis. As metas gerais serviram de base para a elaboração de planos detalhados do trabalho a ser desenvolvido, figurando entre eles a realização de inspeções técnicas para acompanhamento de cronogramas de implantação de planos de controle, a solicitação periódica de informações às empresas, a fixação de prazos para a execução da coleta de efluentes e de sua análise e uma atualização freqüente do banco de dados existente na sede da CETESB.

Na verificação da ocorrência de desvios em relação às metas individuais fixadas, são analisadas as atividades desenvolvidas pelos distritos as quais são comparadas com as atividades previstas. Constatando-se falhas na programação efetuada, ou o não atendimento integral ao programado, procura-se definir as correções necessárias de forma a evitar a ocorrência de atrasos futuros.

Quadro 4 - Unidades responsáveis pelas ações de controle da poluição industrial.

SIGLA	UNIDADE
MMG	Distrito de Guarulhos
MPI	Distrito do Ipiranga
MMM	Distrito de Mogi das Cruzes
MMO	Distrito de Osasco
MPP	Distrito de Pinheiros
MPS	Distrito de Santana
MPA	Distrito de Santo Amaro
MMS	Distrito de Santo André
MPT	Distrito de Tatuapé

As informações sobre o acompanhamento geral do projeto são divulgadas de forma periódica, interna e externamente à CETESB. Além dos Relatórios de Acompanhamento Geral, são elaborados relatórios mensais contendo dados e comentários sobre o acompanhamento das atividades das áreas ligadas ao projeto. Esses relatórios servem de base para a discussão dos problemas existentes e para a definição das medidas a serem adotadas para a correção dos problemas constatados.

Comentários e Conclusões

A análise dos dados apresentados revela que as metas globais estabelecidas para o Projeto de Despoluição Industrial vêm sendo atendidas. Para isso foi necessário elaborar um planejamento adequado das atividades a serem desenvolvidas, em consonância com os recursos humanos e materiais disponíveis e a serem complementados. A obtenção dos recursos complementares é uma tarefa árdua no campo do controle da poluição ambiental, que é exercido praticamente com verbas provenientes do Estado. A união dos diversos organismos estatais no desenvolvimento de uma ação ambiciosa como o Projeto de Despoluição do Alto Tietê e Represa Billings, acaba reduzindo as dificuldades para a obtenção de recursos, tornando mais viável a utilização de fontes externas de financiamentos.

A descentralização das atividades exercidas pela CETESB proporciona maior agilidade nas ações de controle da poluição. Entretanto, torna premente a implementação de normas e rotinas de procedimento detalhadas para que as ações adotadas pelas diversas unidades sejam homogêneas. Para que se consiga a padronização de procedimentos, é também necessário realizar reuniões freqüentes com todo o grupo de profissionais envolvidos, não se limitando ao contato com o grupo gerencial.

É importante que os profissionais envolvidos sejam adequadamente treinados e disponham dos recursos materiais necessários à execução de suas tarefas. Equipamentos adequados para a coleta de efluentes, laboratórios bem aparelhados para a análise de efluentes líquidos, veículos suficientes para a realização de inspe-

Figura 6 - Situação geral do Projeto Tietê.
Ref.: Outubro/94

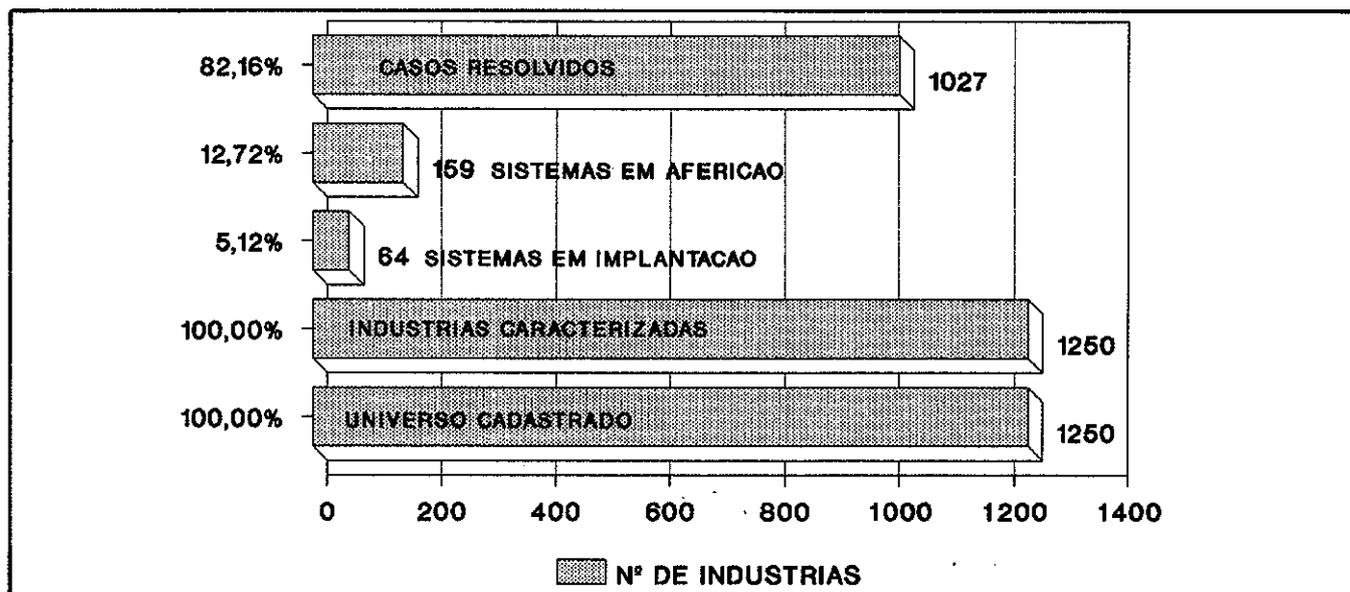


Figura 7 - Evolução do Projeto Tietê
Universo, planos e casos resolvidos

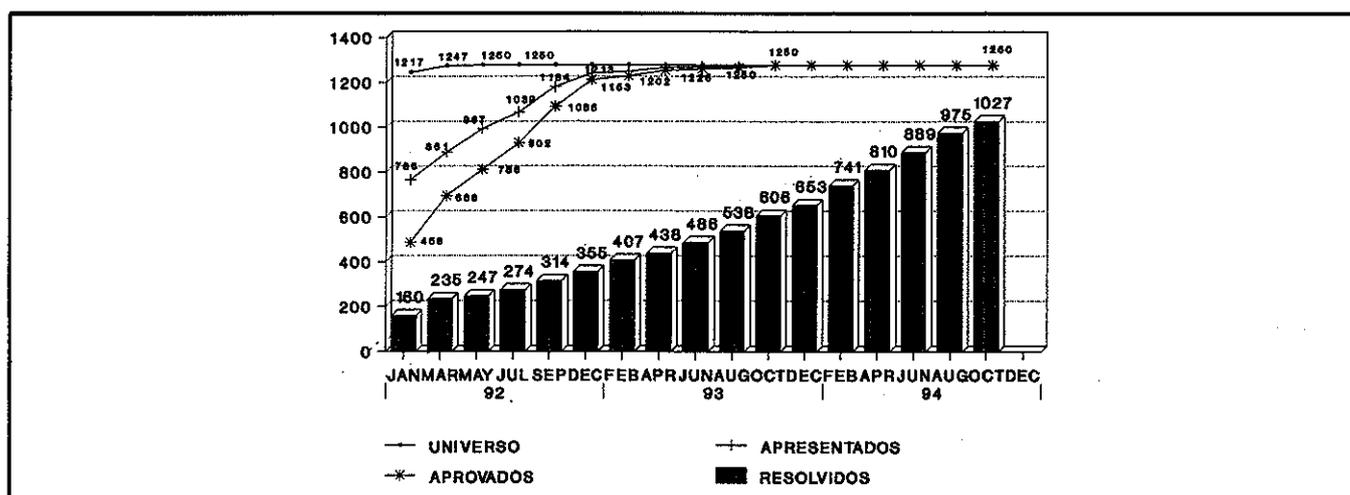


Figura 8 - Distribuição dos casos resolvidos em função do tipo de solução adotada.
Ref.: Outubro/94

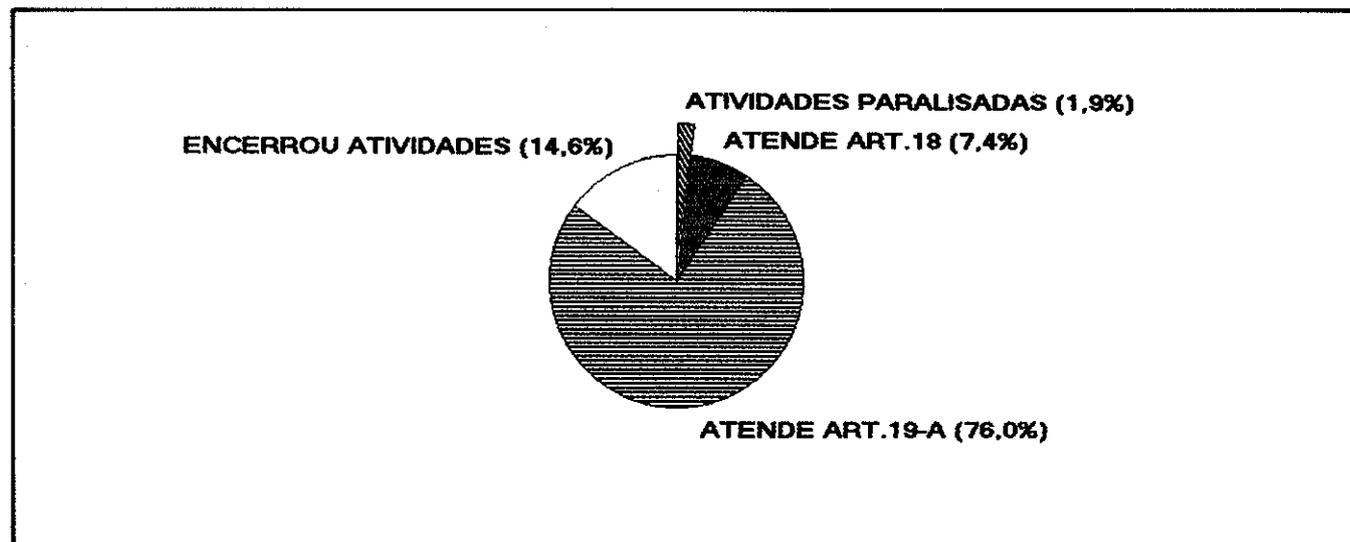
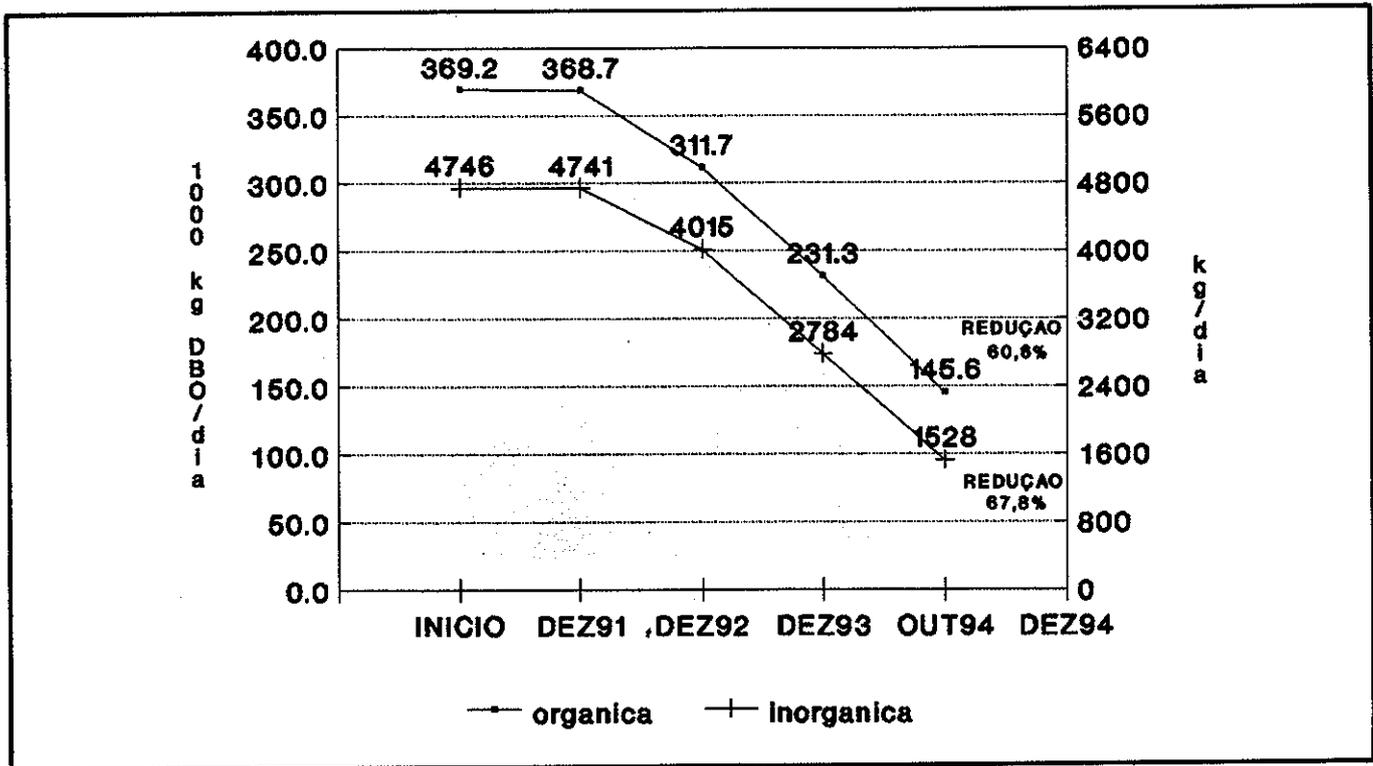


Figura 9 - Evolução das cargas poluidoras.



ções e a disponibilidade de meios informatizados para o processamento de dados são de suma importância para se obter uma boa evolução do projeto.

A experiência obtida no desenrolar do projeto e a melhoria institucional da organização devem ser divulgadas e utilizadas nos outros trabalhos realizados pela empresa. Devem ser estabelecidos meios para a disseminação dos conhecimentos adquiridos pelo corpo técnico envolvido no projeto, não só entre os funcionários da Companhia, como também junto ao público externo. Os recursos materiais obtidos não devem ser

vinculados unicamente às atividades do Projeto Tietê, viabilizando-se seu uso para a execução das outras tarefas realizadas pela CETESB.

A utilização das técnicas adequadas de controle e as ações desenvolvidas para a melhoria das condições institucionais da empresa, aliadas a um firme propósito na implementação do projeto, nos fazem prever o pleno atendimento das metas estabelecidas junto ao BID, no que se refere ao controle das fontes poluidoras industriais e a conseqüente redução das cargas poluidoras remanescentes na bacia do Alto Tietê e represa Billings.

Referências Bibliográficas

ALONSO, L.R. & SERPA, E.L. O controle dos efluentes líquidos industriais no Programa de Despoluição da Bacia do Alto Tietê e Represa Billings. Anais do 17^o Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 1993.
CETESB - Companhia de Tecnologia

de Saneamento Ambiental. Projeto Tietê, Despoluição Industrial, Relatório de Acompanhamento, janeiro de 1992 a janeiro de 1994, CETESB.
ALONSO, L.R. & SERPA, E.L. O controle da poluição industrial no Projeto Tietê. Apresentado no XXIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental - AIDIS,

Buenos Aires, Argentina, 1994.
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Projeto Tietê - Relatório de 1992.
ELETROPAULO - Eletricidade de São Paulo S.A. Superintendência de Comunicação - Memória Especial - Vida, Morte, Vida do Tietê - Abril/92 (3^a edição - Set/93)

O efeito agudo da amônia sobre a Mata Atlântica¹

Biól. Cristina Maria do Amaral Azevedo²

Eng. Agr. Sérgio Luis Pompéia³

Biól. Rodrigo Coelho Fialho²

Biól. Renata Ramos Mendonça²

RESUMO - Parte da Mata Atlântica, localizada nas encostas da Serra do Mar, vem sendo degradada por poluentes atmosféricos advindos do Pólo Petroquímico de Cubatão, São Paulo. Constatou-se, a partir de levantamentos de campo, a existência de espécies vegetais sensíveis, tolerantes e resistentes ao conjunto de poluentes emitidos.

Este trabalho tem por objetivo verificar os limites de tolerância de algumas espécies vegetais nativas sujeitas a fumigação por amônia (um dos principais poluentes emitidos pelas indústrias de fertilizantes locais), através da avaliação do efeito agudo provocado sobre suas folhas.

Palavras-chave: bioindicador, efeitos da poluição, Mata Atlântica, amônia.

ABSTRACT - Part of the forest on the slopes of the Serra do Mar is being degraded by atmospheric pollutants from the Petrochemical Industries in Cubatão, State of São Paulo. By means of field surveys the existence of plant species sensitive, tolerant and resistant to all the pollutants was ascertained.

The purpose of this study is to verify the tolerance limits of some native plant species subjected to the fumigation of ammonia (one of the main pollutants emitted by the local fertilizer industries), through the evaluation of the acute effect on their leaves.

Key-words: bioindicator, pollution effects, Atlantic Forest, ammonia.

Parte da Mata Atlântica, situada nas encostas da Serra do Mar no município de Cubatão, vem sendo degradada por poluentes atmosféricos gerados pelo pólo petroquímico e siderúrgico implantado na região a partir da década de cinquenta. Entre os poluentes atmosféricos destacam-se os fluoretos gasosos e a amônia (emitidos principalmente pelas indústrias de fertilizantes), óxidos de enxofre e de nitrogênio (emitidos por uma refinaria e pelas indústrias de fertilizantes) e materiais particulados (diversas fontes).



A ação dos poluentes causou a degradação da cobertura vegetal original e, em conseqüência, o aumento dos processos erosivos e dos movimentos de massa nas encostas da serra, com graves danos ambientais, sociais e econômicos.

A partir de 1985, foi iniciada uma série de trabalhos em campo para identificar as espécies vegetais resistentes, tolerantes e sensíveis ao conjunto de poluentes existentes em Cubatão (CETESB, 1988). Com base nesses levantamentos, tornou-se necessário o desenvolvimento de estudos sobre limites de tolerância de algumas espécies vegetais nativas a determinados poluentes, e a identificação de sintomas específicos, de forma a possibilitar uma melhor avaliação do impacto da poluição sobre a vegetação local.

1 - Trabalho apresentado no XLI Congresso de Botânica, Fortaleza, CE.

2 - Biólogos da CETESB.

3 - Engenheiro-agrônomo da CETESB.

Para iniciar esses estudos, procurou-se pesquisar o efeito agudo da amônia sobre algumas espécies de vegetais da Mata Atlântica, tendo em vista as emissões acidentais desse poluente ocorridas em Cubatão.

Acidentes durante o transporte e manipulação de amônia são comuns e provocam altas concentrações por curtos períodos de tempo (muito acima das concentrações existentes nas emissões contínuas das indústrias).

A ocorrência de acidentes desse tipo tem sido levantada em diversos países desde 1959. A partir de 1984, a CETESB atendeu a quinze ocorrências no Estado de São Paulo em que houve vazamentos de amônia. Dessas, oito foram decorrentes de acidentes ocorridos durante o carregamento e transporte com caminhões, dois foram provocados por rompimento de dutos e cinco ocasionados por falhas em válvulas nas indústrias.

Recentemente, em 29 de março de 1991, houve um vazamento de amônia no amonioduto de aço da Nitrofértil, no Pólo Petroquímico de Camaçari, na Bahia, provocando a intoxicação de alguns habitantes no município de Candeias ("FOLHA DE S. PAULO", 1991) e danos à vegetação circunvizinha.

Nas ocorrências de vazamento acidental torna-se difícil precisar a concentração atingida e estimar os danos ambientais causados. O conhecimento dos efeitos agudos da amônia sobre a vegetação pode contribuir para avaliação do impacto gerado.

Este trabalho tem por objetivo verificar os limites de tolerância de nove espécies vegetais da Mata Atlântica,

através do estudo sintomatológico dessas plantas em câmaras de fumigação.

Materiais e Métodos

A metodologia adotada para o estudo dos efeitos da poluição atmosférica sobre espécies vegetais, baseia-se na exposição de plantas a determinados poluentes isolados ou em associação. Esta exposição pode ser realizada em: 1) câmaras de topo aberto com e sem ar filtrado e com ou sem adição de poluentes; 2) câmaras de fumigação de poluentes com atmosfera controlada; 3) câmaras de gradiente linear (GUDERIAN, 1985).

Neste trabalho, optou-se pela realização dos experimentos em um tipo de câmara de fumigação denominada Câmara de Simulação de Poluição Atmosférica - CSPA (Figura 1), desenvolvida pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1989).

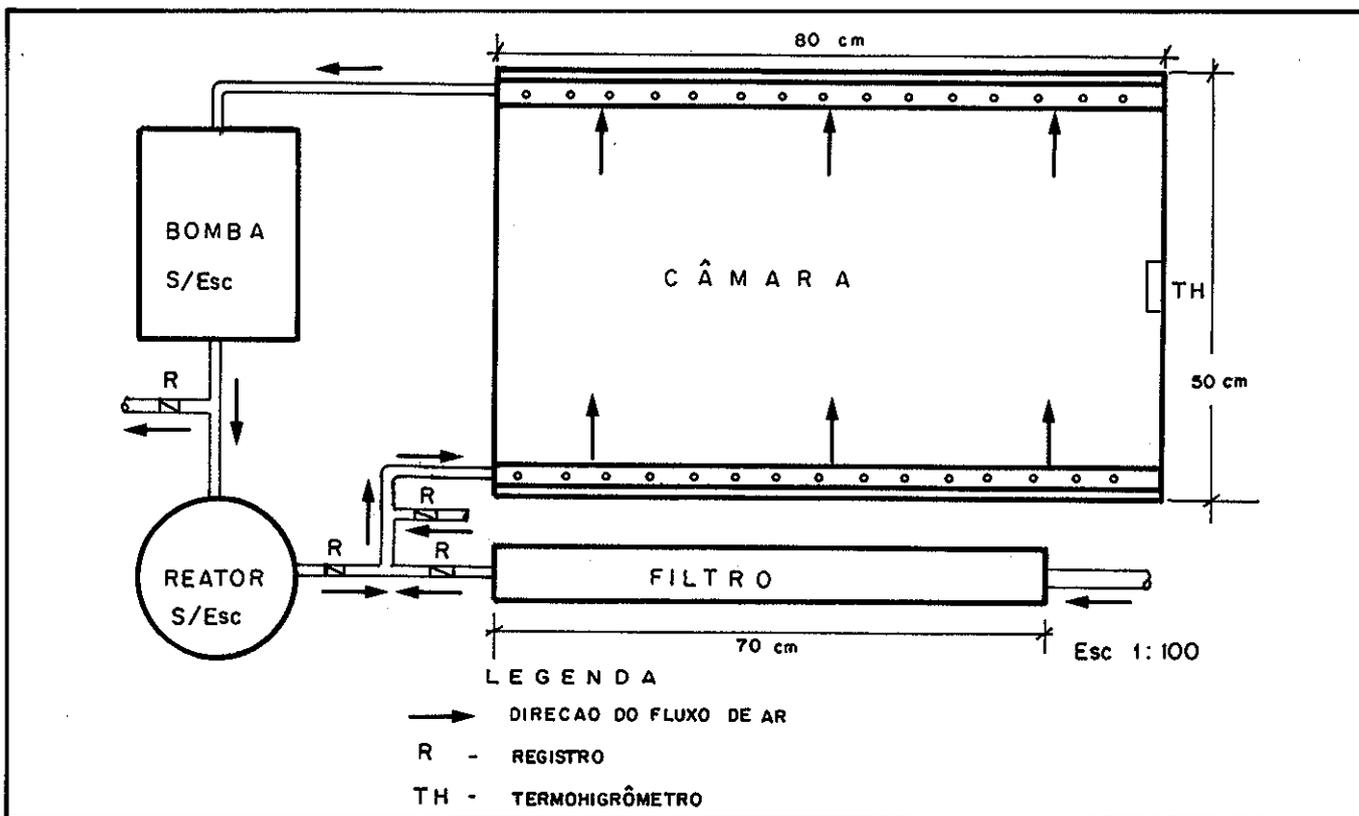
A amônia foi produzida no reator CSPA, através da reação:

$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH}_{(ex)} \rightarrow \text{aNH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$, utilizando-se as concentrações de 0,1 N (NH_4Cl) e 1,5 N (NaOH).

Para cada 1 ml de NH_4Cl , o reator produz aproximadamente 1,7 mg de NH_3 , que, na CSPA, representa uma concentração inicial de 6,7 mg/m³.

Essa concentração é estimada por meio de cálculos estequiométricos, não sendo de grande precisão, mas conservando as ordens de grandeza necessárias para os estudos de efeito agudo. O controle da concentração do

Figura 1 - Estrutura básica de uma Câmara de Simulação de Poluição Atmosférica (CSPA).



poluente é dado pela quantidade (inicial) de NH_4Cl utilizada e espera-se um decaimento da concentração interna ao longo do tempo. Portanto, os períodos de exposição foram de curta duração para evitar um decaimento muito acentuado.

Foram realizados testes com diferentes concentrações de amônia (50, 70, 200 e 500 ppm) durante duas horas. Prolongou-se o tempo de exposição, três horas para as espécies que não apresentaram sintomas no período de duas horas, sob as concentrações de 50 e 70 ppm. Foram utilizadas mudas de nove espécies nativas da Mata Atlântica: *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Cecropia hololeuca* (Cecropiaceae), *Ficus enormis* (Moraceae), *Heteropterys nitida* (Malpighiaceae), *Lafoensia sp* (Lythraceae), *Monstera sp* (Araceae), *Phylodendron bipinnatifidum* (Araceae), *Pterogyne nitens* (Caesalpinaceae) e *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae). As mudas, com porte em torno de 40 cm, foram aclimatadas e acompanhadas durante quatro meses antes do experimento.

A temperatura e umidade no interior da CSPA no período de realização do estudo foram monitoradas, oscilando entre 15° C a 33° C e 63% a 97%, respectivamente. A diferença entre o interior e o exterior da CSPA durante a realização dos testes foi inferior a 3° C para a temperatura e de 4% para a umidade relativa do ar.

Para cada fumigação utilizou-se uma muda aclimatada e manteve-se uma outra, semelhante, como

controle. As plantas, antes e depois da fumigação, foram fotografadas e todos os sintomas externos foram descritos. As mudas foram acompanhadas num período de até três meses, após a fumigação.

A fim de uniformizar a descrição dos sintomas, adotou-se a classificação de GALLI (1978) resumida a seguir:

- **Encharcamento:** sintoma plesionecrótico - tecido foliar assume uma aparência de estar embebido em óleo devido à passagem de água das células para os espaços intercelulares. Precede a morte do protoplasma.

- **Bronzeamento:** sintoma hiperplástico - coloração peculiar, cor de cobre da epiderme foliar devido provavelmente à alteração dos pigmentos existentes nessas células.

- **Enrolamento:** sintoma hiperplástico - deformação e encrespamento anormal das folhas devido à perda de água ou morte das células em uma das faces da folha.

- **Queima/necrose:** sintoma holonecrotico - sintomas decorrentes da morte das células e/ou tecidos foliares, podendo ocorrer em manchas ou na folha toda.

- **Clorose:** sintoma hipoplástico - a folhagem da planta, ou parte dela, mostra-se com coloração verde-clara ou verde-amarelada. É um sintoma da alteração no metabolismo dos cloroplastos, de destruição parcial da clorofila.

Tabela 1 - Sintomas agudos nas folhas de mudas sob diferentes concentrações de amônia, durante 2 horas.

ESPÉCIE	CONCENTRAÇÃO			
	50 ppm-35 mg/m ³	70 ppm-48 mg/m ³	200 ppm-147 mg/m ³	500 ppm-368 mg/m ³
<i>Cariniana legalis</i> Jequitibá	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento, enrolamento, necrose e queda de folhas
<i>Cecropia hololeuca</i> Embaúba	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento e queima marginal, queda de folhas	bronzeamento, queima, necrose e queda de folhas
<i>Ficus enormis</i> Figueira	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento	bronzeamento
<i>Heteropterys nitida</i>	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento internerval, queima e clorose	bronzeamento internerval, necrose e queda de folhas
<i>Lafoensia sp</i>	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	queima dos ápices e queda de folhas
<i>Monstera sp</i> Coração de leão	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento e murchamento	bronzeamento e murchamento
<i>Phylodendron bipinnatifidum</i> Costela de adão	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento, clorose e murchamento
<i>Pterogyne nitens</i> Amendoim bravo	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente
<i>Tibouchina pulchra</i> Manacá da serra	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	sem sintoma aparente	bronzeamento, queima, necrose e queda de folhas

Resultados

Os resultados estão sumarizados na Tabela 1. Houve morte e posterior queda de folhas em alguns casos, mas não ocorreu morte de nenhum indivíduo. As plantas submetidas à fumigação, quando desfolhadas, rebrotaram e se recuperaram em um período de dois a três meses.

Os sintomas, no caso das concentrações acima de 70 ppm, começaram a se manifestar já no final da fumigação. Em concentrações iguais ou menores a 70 ppm, durante duas horas, nenhuma espécie estudada apresentou sintomas. Porém, a *Cecropia hololeuca*, submetida à dosagem de 70 ppm/3 h, apresentou bronzeamento, queima marginal e queda de folhas, sendo que esses sintomas ocorreram 24 horas após a fumigação. Necrose e queda de folha, quando observadas, ocorreram no período de 24 a 48 horas após a fumigação.

Tendo a sensibilidade das plantas como parâmetro para definir os limites de tolerância à exposição a NH_3 , observou-se que a primeira espécie a apresentar sintomas foi a *Cecropia hololeuca*, na faixa de 70 ppm/3 h. *Ficus enormis*, *Heteropterys nitida* e *Monstera sp* apresentaram sintomas a partir de 200 ppm/2 h. Já na faixa de 500 ppm/2 h todas as espécies, exceto *Pterogyne nitens*, sofreram injúria.

Discussão e Conclusão

JACOBSON & HILL (1970) relatam o aparecimento de injúrias em plantas de girassol, repolho e tomate expostas a 40 ppm de NH_3 durante uma hora, considerando essas espécies como sensíveis a esse poluente. Já espécies tidas como resistentes, como a macieira e o pessegueiro, apresentam sintomas apenas quando submetidas a concentrações superiores a 200 ppm. Segundo SMITH (1981), algumas espécies utilizadas na agricultura podem sofrer injúria aguda a 1.000 ppm durante 3 minutos ou 55 ppm por uma hora.

Injúrias agudas observadas em experimentos de fumigação de amônia têm sido descritas como consequência do colapso do tecido foliar com ou sem a subsequente perda de clorofila. Necrose marginal e internerval, bem como o escurecimento da epiderme foliar, também têm sido relatadas (JACOBSON & HILL, 1970; SMITH, 1981).

Sintomas específicos do efeito da amônia sobre as espécies estudadas ocorreram somente em altas concentrações (500 ppm), como nos casos de encharcamento das folhas e de enrolamento do limbo foliar, que surgiram durante a fumigação em *Heteropterys nitida* e *Cariniana legalis*, respectivamente. Por outro lado, o bronzeamento foi o primeiro sintoma a aparecer e o menos específico.

Os sintomas observados em concentrações de 500 ppm, em *Heteropterys nitida* e *Cariniana legalis*, evoluíram, após a fumigação, para necrose dos tecidos afetados e posterior queda de folhas. A perda de folhas em

algumas das plantas estudadas não significa, necessariamente, que estas espécies possam morrer em função de uma exposição de curto período sob altas concentrações (caso típico de acidentes e vazamentos), uma vez que houve rebrota das plantas, sem nenhum sintoma de acumulação de nitrogênio em níveis tóxicos.

Altas doses de nitrogênio podem aumentar a sensibilidade a pragas e doenças, por tornar os tecidos mais tenros e suculentos, devido ao desenvolvimento vegetativo (GALLI, 1978). De fato, as plantas fumigadas, quando não afetadas, apresentaram um crescimento foliar maior que as plantas-controle.

No caso da *Pterogyne nitens*, há grandes evidências de que esta espécie é mais resistente do que as demais, uma vez que as concentrações utilizadas não foram suficientes para estabelecer seu limite de tolerância. Contudo, é importante salientar que podem ter ocorrido alterações metabólicas nas plantas, que não foram detectadas, uma vez que este estudo foi essencialmente baseado em sintomas foliares visíveis. A *Pterogyne nitens*, sendo uma leguminosa, deve apresentar um metabolismo mais adaptado para nitrogênio em altas concentrações, em virtude da aptidão de inúmeras espécies desta família para acumular este nutriente.

Quanto à metodologia utilizada neste trabalho, verificou-se a necessidade de um controle mais efetivo das condições climáticas no interior da CSPA, para uniformizar todos os experimentos da fumigação. A inexistência de sistemas de monitoramento da concentração do poluente, no interior da câmara utilizada, impediu a verificação do seu decaimento ao longo do tempo.

Com este estudo foi possível constatar que, entre as espécies testadas, a de menor limite de tolerância a NH_3 foi *Cecropia hololeuca* (70 ppm por 3 horas), seguida por *Ficus enormis*, *Heteropterys nitida* e *Monstera sp* (200 ppm por 2 horas). *Pterogyne nitens* foi a que se mostrou mais resistente, não se tendo atingido concentrações que provocassem injúrias visíveis às suas folhas (concentrações acima de 500 ppm).

Para o homem, o limite de percepção olfativa de amônia é de 46,8 ppm, sendo que o nível imediatamente perigoso à saúde é de 500 ppm e a máxima concentração tóxica ao aparelho respiratório é de 10.000 ppm por 3 horas (NIOSH, 1985). Considerando que oito das nove espécies estudadas apresentam injúrias agudas sob concentrações acima do limite olfativo, porém, inferiores ao nível imediatamente perigoso à saúde, a ocorrência de injúria aguda em plantas pode constituir um instrumento útil para avaliação qualitativa das emissões acidentais.

Agradecimentos

Eng. Quím. Paulo Tetuia Hasegawa
Quím. Marta Helena Wallau Reis

Referências Bibliográficas

- ALONSO, C. D. & GODINHO, R. A. Evolução da Qualidade do Ar em Cubatão. *Química Nova* 15 (2): 126-136. 1992.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório Técnico. Levantamento de espécies vegetais resistentes e tolerantes à poluição atmosférica do Pólo Industrial de Cubatão - SP. São Paulo, setembro 1988, 18pp.
- _____. - Relatório técnico. Espécies arbóreas da Serra do Mar sensíveis à poluição atmosférica do Pólo Industrial de Cubatão, SP. São Paulo, setembro 1988a. 120 pp.
- _____. - Relatório Técnico. Desenvolvimento de Câmara para Simulação de Poluição Atmosférica - CSPA. São Paulo, agosto 1989. 14 pp.
- _____. Estudo Especial. Estudo de Amônia na Atmosfera de Cubatão - 1992. São Paulo, dez/93, 14p.
- FOLHA DE S. PAULO. Vazamento de amônia intoxica dois na Bahia. *Jornal Folha de S. Paulo*. 30 de abril de 1991.
- GALLI, F. (coordenador). *Manual de fitopatologia*. Vol. 1: Princípios e Conceitos. São Paulo. Ed. Agronômica Ceros Ltda. 1978. 373 pp.
- GUDERIAN, R. (ed.). Air pollution by photochemical oxidants. *Ecological studies*. Analysis and Synthesis. V. 52. Springer-Verlag. 346 p. 1985.
- JACOBSON, J.S. & HILL, A.C. (ed.). *Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas*. Air Pollution Control Association Pittsburg. Pennsylvania. 1970.
- LEVITT, J. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol. II. Water radiation, salt and other stresses. Academia Press. pp. 607. 1980.
- NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health. *Pocket guide to chemical hazards*. U.S. Department of Health and Human Services. 1985.
- SMITH, W.H. *Air Pollution and Forests*. Springer Series. Springer-Verlag. New York Inc. 1981.



A fitossociologia para recuperar área de lavra

Jackeline Salazar Lorenzo¹
James Jackson Griffith²
Ivo Jucksch³
Agostinho Lopes de Souza²
Maria das Graças Ferreira Reis²
Antônio Bartolomeu do Vale²

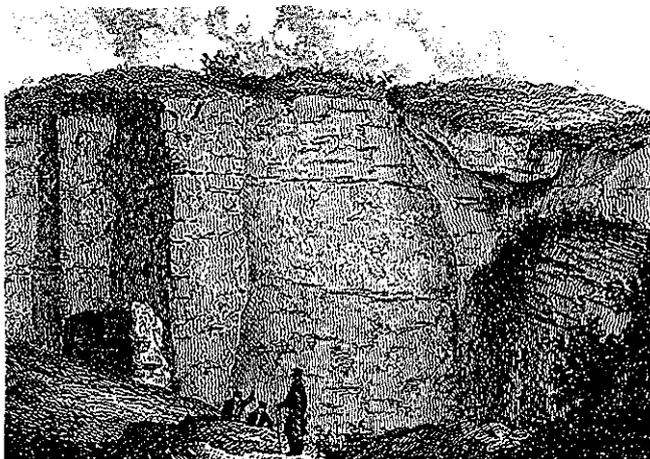
RESUMO - Neste trabalho, foram estudadas espécies lenhosas que se regeneraram naturalmente numa área de mineração de bauxita no cerrado de Minas Gerais, abandonada há 50 anos. O estudo visou a análise do comportamento da vegetação em relação às mudanças nas características do solo, causadas pela mineração. No local não-explorado, o solo apresentou textura argilosa; nos locais com mineração, textura franco-argilo-arenosa. As características químicas do solo também foram modificadas, principalmente quanto ao alumínio trocável (Al^{3+}), com valores bastante menores nos locais com mineração. Nesses locais, a família com maior índice de valor de importância foi a *Melastomataceae*; nos locais sem mineração, foi a *Compositae*.

Palavras-chave: Regeneração natural, ecologia da recuperação de áreas de mineração, bauxita, fitossociologia, cerrado, relação solo-planta, análise de impacto ambiental.

ABSTRACT - This study analyzed natural regeneration on bauxite mined land to learn how mining affects woody plant communities and to identify appropriate species for site rehabilitation. The site chosen in Poços de Caldas, Minas Gerais State, had last been mined 50 years ago, by hand. Three site conditions were studied: heavily mined, lightly mined, and adjacent unmined terrain. Mined plots were found to have soils of sandy clay loam texture; unmined soils have clayey texture. Chemical properties also differ, especially aluminum (Al^{3+}), which is much lower in mined plots. Woody species show more exuberance on heavily mined sites with family *Melastomataceae* showing the highest importance value index; family *Compositae* was highest on unmined plots.

Key-words: Natural regeneration, ecology of mining rehabilitation, bauxite, phytosociology, soil-plant relations, environmental impact analysis.

Após muitos anos de atividades no Brasil, as companhias de mineração iniciaram, na década de 80, o desenvolvimento de técnicas de recuperação de áreas degradadas pela extração de minérios (BARTH, 1989; WILLIAMS *et alii*, 1990; GRIFFITH, 1992). Ficou evidente que estudos fitossociológicos podem contribuir, consideravelmente, para a reabilitação das áreas que sofreram mineração. Descobrimos que as plantas se regeneram naturalmente num local degradado, pode-se reduzir ao mínimo os efeitos sobre o solo e aumentar o processo natural de sua recuperação.



Todavia, é difícil encontrar meios adequados de recuperação, dada a falta de estudos sobre regeneração natural de áreas degradadas. Há poucas pesquisas em regiões tropicais e semitropicais, especialmente em condições de cerrado, uma região fitogeográfica de grande importância ambiental (GUERRERO & VILELA, 1992). Além disso, existem poucas áreas no Brasil com suficiente tempo de regeneração natural, que não tenham sofrido distúrbios após o término da mineração, e que permitam a realização de tais estudos.

Uma dessas áreas é a mina de bauxita denominada Campo do Saco, localizada no município de Poços de Caldas, Sul do Estado de Minas Gerais, que proporcionou um estudo sobre a regeneração de espécies lenhosas.

1 - Depto. de Médio Ambiente, Oficina Nacional de Planificación, Apartado 20200, Santo Domingo - República Dominicana.

2 - Depto. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG - Brasil.

3 - Depto. de Solos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG - Brasil.

Essa mina iniciou a produção no princípio da década de 30, e sua exploração, com pás e picaretas, continuou até a década de 40, quando foi abandonada, sem projeto de recuperação. Apesar desse abandono geral, outro proprietário, hoje a Alcoa Alumínio S.A., abria periodicamente, até 1971, pequenas escavações como parte de sua obrigação legal de manter a mina. Ainda permanecem na área quantidades consideráveis do minério.

Com o objetivo de reabrir a mina em 1991, a Alcoa resolveu fazer um pré-planejamento-modelo de recuperação conservacionista do Campo do Saco. Exigiu, dentre outros, um estudo fitossociológico da vegetação já existente na área e previsão de impactos da reabertura da mina sobre as comunidades de plantas. O objetivo do presente trabalho é analisar o comportamento dessa vegetação em relação às mudanças das características do solo, causadas pela mineração. O estudo foi realizado pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em conjunto com a Alcoa (LORENZO, 1991).

Vários autores descreveram os efeitos da mineração sobre o solo em regiões temperadas. Mudanças nas comunidades estabelecidas naturalmente em áreas de mineração abandonadas têm sido relatadas por diferentes pesquisadores (JOHNSON *et alii*, 1982; MANNER *et alii*, 1984; SMITH *et alii*, 1988). Um dos poucos estudos sobre regeneração natural tropical em locais abandonados, após o término das atividades de mineração, foi o de PALANIAPPAN (1974), realizado em minas de cassiterita, na Malásia. No Brasil já existem vários estudos fitossociológicos visando a análise do impacto ambiental causado pela construção de barragens hidrelétricas (KAGEYAMA *et alii*, 1992; SOUZA *et alii*, 1993).

Em geral, estes e outros estudos indicam que, com relação à mina Campo do Saco, as seguintes hipóteses podem ser aventadas do ponto de vista técnico:

- a) A degradação causada pelas atividades de exploração teria alterado substancialmente a vegetação nos locais que sofreram mineração, em comparação com a vegetação original. Em geral, a mineração piora as condições biológicas do crescimento de plantas nos locais afetados, empobrecendo o valor paisagístico desses sítios. Não obstante, a mineração em Poços de Caldas não conduz, necessariamente, a resultado tão nocivo. Sabe-se que, na região, os locais ricos em minério de bauxita eram cobertos, antes da exploração, por uma vegetação original rala.
- b) As características do solo deixadas pela atividade mineradora, deveriam explicar, em grande parte, as características das plantas encontradas nos locais de mineração. Neste estudo, esta relação teria de ser compreendida, provavelmente, no contexto das condições do solo do cerrado, região fitogeográfica onde se localiza, marginalmente, o Campo do Saco.
- c) Haveria, provavelmente, nos locais de mineração, uma sucessão natural em andamento, mas não se sabe se 50 anos é tempo suficiente para o "reestabelecimento"

das comunidades ecológicas originais. Tampouco se sabe se um projeto conservacionista conseguiria lograr, mesmo a longo prazo, uma restauração biológica perfeita, em vista do grau da degradação verificada. Uma análise da regeneração que ocorreu naturalmente poderia revelar espécies promissoras para projetos de recuperação.

Materiais e Métodos

A área denominada Campo do Saco está localizada no Sul de Minas Gerais, Brasil, entre as coordenadas 21° 15' 20" de latitude sul e 46° 33' 55" de longitude oeste, em região caracterizada por clima mesotérmico brando sub-úmido, com dois meses secos. A precipitação média anual é de 1.722 mm, sendo janeiro o mês mais quente (média de 20,3° C) e o mais chuvoso (média de 297,21 mm); julho é o mês mais frio (13,6° C) e o de menor precipitação (25,7 mm). Podem ocorrer geadas no inverno.

Floresta subcaducifólia e savana gramíneo-lenhosa (BRASIL, 1993) representam a cobertura vegetal da região. Nos locais onde os solos são mais férteis, o estrato arbóreo alcança de 20 a 30 m de altura. As savanas ocorrem acima de 1.000 m e são cobertas de plantas herbáceas, porém, arbustos isolados também ocorrem. O Campo do Saco é um topo de morro coberto de vegetação campestre (PEREIRA, 1986), com altitude ao redor de 1.300 m.

A bauxita, em Poços de Caldas, ocorre nos espigões, concentrando-se na parte setentrional do planalto da região. O minério caracteriza-se por ser superficial e coberto por uma camada de solo, com profundidade média de 50 cm, apresentando alta concentração de bauxita, camada com profundidade média de 50 cm (DIAS, 1982).

Para a determinação da fitossociologia já existente na área e previsão dos impactos da reabertura da mina sobre as comunidades de plantas, foram necessárias três estratégias de estudo:

- a) Verificar a situação florística da área do Campo do Saco em que ainda não ocorre mineração, como ponto de referência para possível meta de futura recuperação com espécies originais.
- b) Comparar a situação das plantas nos locais anteriormente explorados com a das plantas em áreas não-perturbadas, como indicação das condições biológicas que serão deixadas, futuramente, pela reabertura da mina.
- c) Investigar como a intensidade de mineração afetaria as condições de regeneração das plantas. Para isso, seria necessário comparar a área já explorada de pequenas escavações remanescentes (até 95 m de comprimento por 2 m de profundidade) com áreas submetidas a grandes escavações (até 150 m de comprimento e 3,35 m de profundidade).

Para cumprir estes estudos, o Campo do Saco foi classificado em três tipos de locais: I - não-trabalhado (testemunha); II - de pequenas escavações anteriores; e

III - de grandes escavações anteriores. Da área total, o local I ocupa 2 ha; o II, 2,03 ha; e o III, 4,30 ha. Cada local foi dividido em quatro quadrantes, nos quais foram distribuídas, ao acaso, parcelas de 10 m x 8 m, que representam aproximadamente 2,5% da área de cada local.

As amostras do solo foram tomadas em diferentes locais, em quatro pontos diferentes e a seis profundidades: 0-5 cm, 5-15 cm, 15-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm. Foram feitas análises de textura, determinando-se as percentagens de areia, silte e argila. Ademais, foram determinados o pH em H₂O (1:2,5), os teores de fósforo (P) e de potássio (K) disponíveis, utilizando-se o extrator de Mehlich-1, os teores de cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e alumínio (Al³⁺) trocáveis, utilizando-se o extrator KCl 1N, para determinação da soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica efetiva (CTC).

A amostragem florística consistiu em identificar e contar as espécies lenhosas de cada parcela e medir a altura e a cobertura exercida por indivíduo. A cobertura (C_i) por espécie, foi medida por meio da expressão:

$$C_i = \left(\frac{L_1 + L_2}{4} \right) 2 \times \pi,$$

em que L₁ e L₂ são as linhas perpendiculares do comprimento e largura da copa.

Já a cobertura relativa (CR) foi estimada pela expressão:

$$CR = \frac{C_i}{CT} \times 100,$$

em que C_i é a cobertura exercida pela i-ésima espécie e CT é o somatório da cobertura de todas as espécies da área.

As estimativas dos parâmetros, por espécies, densidade (DA_i e DR_i) e frequência (FA_i e FR_i), foram obtidas mediante o emprego das seguintes expressões:

$$\text{Densidade Absoluta (DA}_i) = \frac{N_i}{A},$$

$$\text{Densidade Relativa (DR}_i) = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^p DA_i} \times 100,$$

$$\text{Frequência Absoluta (FA}_i) = \frac{U_i}{U_t} \times 100,$$

$$\text{Frequência Relativa (FR}_i) = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^p FA_i} \times 100,$$

em que:

N_i = Número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie,

A = área amostrada, em hectares,

DA_i = Densidade absoluta da i-ésima espécie,

DR_i = Densidade relativa da i-ésima espécie,

U_i = Número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente,

U_t = Número total de unidades amostrais,

FA_i = Frequência absoluta da i-ésima espécie,

FR_i = Frequência relativa da i-ésima espécie, e

p = Número total de espécies amostradas na comunidade.

Usando essas estimativas, calculou-se a importância ecológica de cada espécie, indicada pelo índice do valor de importância (IVI) de Cottam e Curtis (MATTEUCCI & COLMA, 1982):

$$IVI_i = FR_i + DR_i + CR_i$$

Desta forma, torna-se possível entender melhor a dinâmica da sucessão ocorrida e sugerir as espécies pioneiras mais promissoras para cultivo.

Resultados

O trabalho de campo foi realizado durante o período de setembro a dezembro de 1989, seguido de análises das características edáficas e vegetativas dos locais.

Características Físicas e Químicas do Solo

Houve diferenças marcantes entre os solos de local não-trabalhado (I) e os de locais que sofreram mineração (II e III); porém existiu pouca diferença entre os dois últimos.

O solo no local não-trabalhado apresentou textura argilosa, enquanto os de locais de mineração exibiram, geralmente, textura franco-argilo-arenosa (Tabela 1). Segundo ALMEIDA (1977), o confinamento da drenagem pela topografia contribui para a formação de camada argilosa (solo argiloso) em jazidas desse tipo, a qual acaba sendo removida junto com o minério.

Em termos de acidez (Figura 1a), os solos de áreas não exploradas apresentaram condições mais adversas, com pH variando de 4,8 a 5,3, enquanto os solos de áreas com mineração exibiram pH entre 5,0 a 5,3, nas pequenas escavações, e entre 4,9 e 5,6, nas grandes escavações. Nos três tipos de locais, o pH aumentou ligeiramente com a profundidade da amostra.

Os resultados da análise da capacidade de troca catiônica efetiva (CTC) indicaram, também, condições mais adversas no local não-explorado (Figura 1b). Os valores variaram de 0,08 a 2,63 nesse local, de 0,05 a 1,75 no local de pequenas escavações e de 0,02 a 1,24 nas

Tabela 1 - Valores das características físicas do solo em diferentes profundidades, nos locais I (sem mineração), II (pequenas escavações) e III (grandes escavações).

Área	Profundidade do Solo (cm)	Característica Física			Classe Textural
		Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	
I (Sem Mineração)	0-5	19,30	28,00	52,70	Argiloso
	5-15	19,70	21,50	58,80	Argiloso
	15-40	22,80	17,30	59,90	Argiloso
	40-60	12,60	18,30	69,10	Muito Argiloso
	60-80	14,80	14,20	71,00	Muito Argiloso
	80-100	22,80	16,80	60,40	Muito Argiloso
II (Pequenas Escavações)	0-5	60,80	15,80	23,50	FAA
	5-15	54,80	14,50	30,80	FAA
	15-40	39,80	13,30	46,90	Argilo arenoso
	40-60	56,25	8,25	35,50	Argilo arenoso
	60-80	52,80	11,50	35,70	Franco arenoso
	80-100	63,00	10,70	26,30	Franco arenoso
III (Grandes Escavações)	0-5	52,75	24,00	23,25	FAA
	5-15	59,50	13,50	27,00	FAA
	15-40	44,75	15,75	39,50	Argilo arenoso
	40-60	50,75	10,25	39,00	Argilo arenoso
	60-80	59,00	11,00	30,00	FAA
	80-100	61,00	12,00	26,75	FAA

FAA = Franco-argilo-arenoso

grandes escavações. O valor da CTC quase sempre diminuiu com a profundidade da amostra, e os contrastes mais acentuados entre os três locais ocorreram na profundidade de 40-60 cm.

A relação entre a soma de bases (SB), nos três locais, seguiu também estas tendências (Figura 1c): o local sem mineração apresentou os maiores valores (0,03 a 1,79), seguido do local de pequenas escavações (0,05 a 1,52) e do de grandes escavações (0,02 a 1,24).

Mesmo sendo pouco, o P disponível no solo variou nas três situações (Figura 1d): 0,85 a 11,0 no local sem mineração; 2,45 a 16,4 nas pequenas escavações; e 1,65 a 15,8 nas grandes. A análise do alumínio (Al^{3+}) mostrou a maior diferença entre os locais com e sem mineração (Figura 1e). O último contém mais alumínio, que variou de 0,23 a 1,20 meq/100 cm³. Nas pequenas escavações, o teor de alumínio variou de 0 a 0,25 e, nas grandes, de 0 a 0,50.

Características da Vegetação

A Tabela 2 resume os dados sobre a vegetação. No local I, ou seja, sem mineração, encontraram-se espécies lenhosas de pequeno porte (média máxima de 0,59 m de altura), dispersas em meio a uma densa cobertura de gramíneas. Por outro lado, espécies lenhosas do local III, isto é, da área intensivamente explorada (grandes escavações), apresentaram maior densidade e altura média máxima de 1,25 m, espalhando-se sobre gramíneas esparsas e baixas. A vegetação que cobre as pequenas escavações (local II) apresentou parâmetros intermediários entre os locais não-explorado e de grandes escavações. É possível que a remoção das gramíneas -

fortes concorrentes no uso do espaço - tenha permitido o aparecimento das espécies lenhosas.

A Figura 2 ilustra o perfil geral da vegetação do Campo do Saco, em cada tipo de local. *Miconia ligustroides* Naud. (*Melastomataceae*) alcançou a maior altura (1,25 m) no local sem mineração; *Eupatorium vauthierianum* DC. (*Compositae*) teve a maior altura (3,0 m) nos locais de pequenas escavações; *Tibouchina* aff. *moriciandiana* Baill. (*Melastomataceae*) atingiu a maior altura (4,2 m) nos locais de grandes escavações.

Além de altura, houve outras diferenças importantes entre as espécies lenhosas, principalmente entre os locais com mineração e sem mineração. A Figura 3 mostra a distribuição, segundo a ordem do índice do valor de importância (IVI), das famílias botânicas encontradas em cada tipo de local. Foram também observadas diferenças nos parâmetros populacionais das principais espécies encontradas nos três tipos de locais (Tabela 3).

As espécies com maior índice do valor de importância no local sem mineração (Tabela 3) foram *Baccharis brevifolia* DC. (74,76), *Sapium marginatum* Muell. Arg. (26,57) e *Aegiphila tomentosa* Cham. (21,81). No local trabalhado com pequenas escavações, foram *Miconia ligustroides* Naud. (67,85), *Leandra lacunosa* Cogn. (49,73) e *Eupatorium squalidum* DC. (35,00). No local explorado com grandes escavações, foram *Tibouchina stenocarpa* Cogn. (78,06), *Leandra lacunosa* Cogn. (68,54) e *Miconia ligustroides* Naud. (46,45).

O alto valor de IVI de *Tibouchina stenocarpa* Cogn. em locais de mineração e sua ausência no local sem mineração (Figura 2) indicam que a ocorrência dessa espécie na

Figura 1 - Variação nas características químicas do solo em função da profundidade nos locais I (sem mineração) (X), II (pequenas escavações) (●) e III (grandes escavações) (■).

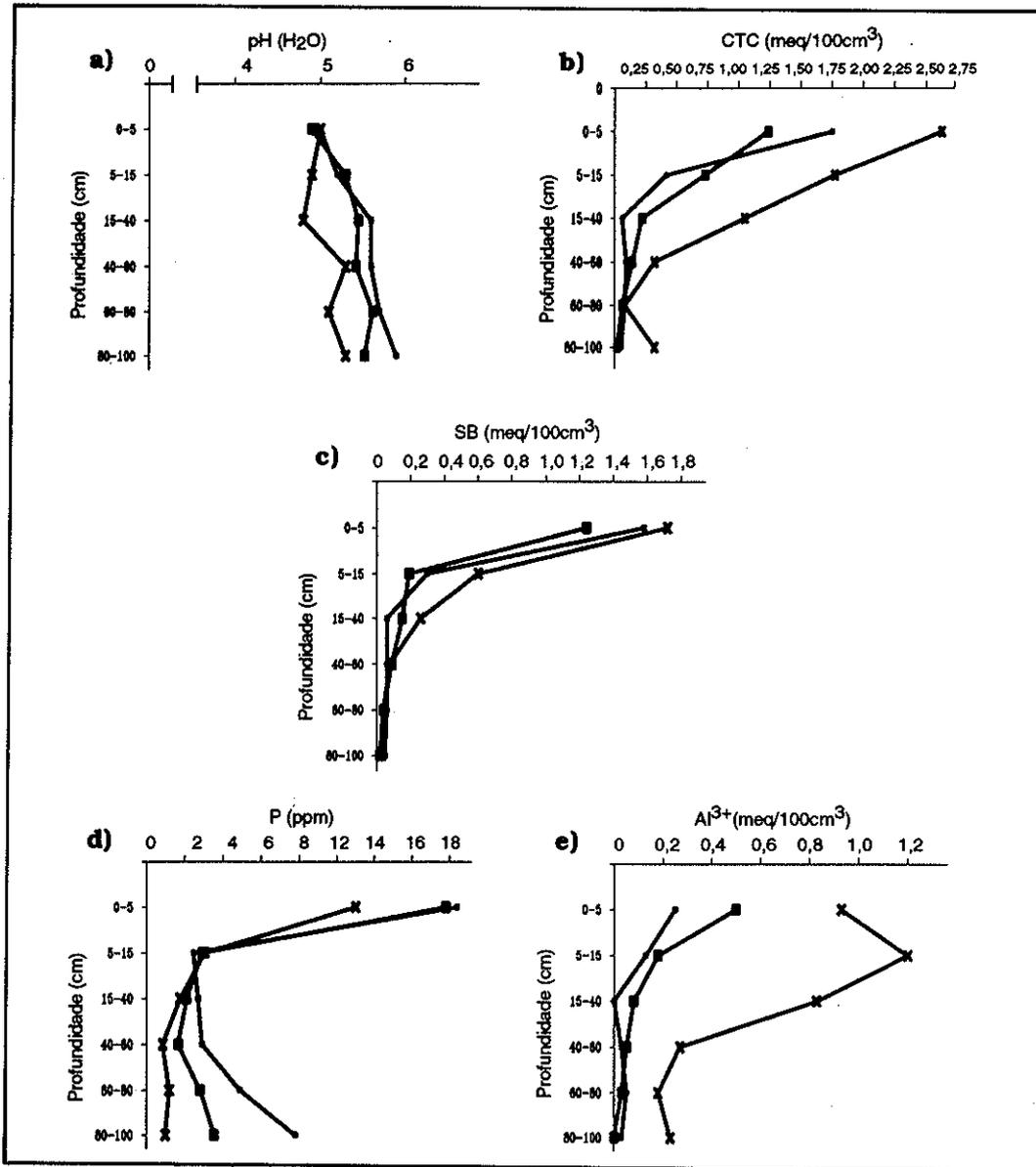
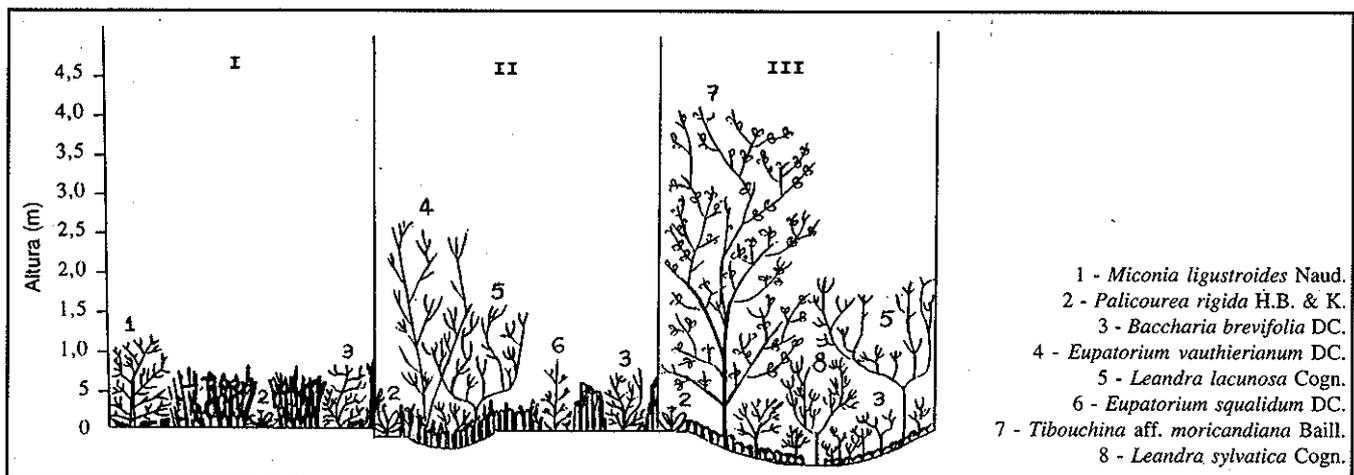


Figura 2 - Diagrama de perfil que representa o desenvolvimento da vegetação nos locais I (não minerado), II (pequenas escavações) e III (grandes escavações).



área estudada depende de drástica alteração no sítio. Não obstante, ela ocorre também em outros tipos de formações vegetais adjacentes, tais como as matas ciliares.

Encontraram-se relativamente poucas espécies comuns aos locais de mineração e sem mineração. Aquelas que se desenvolveram nos três tipos de locais, quase sempre apresentaram maiores valores fitossociológicos quando houve mineração. Apenas duas espécies apresentaram valores muito altos no local não-trabalhado: *Baccharis brevifolia* DC. e *Aegiphila tomentosa* Cham. Conclui-se que estas predominariam, provavelmente, nos estádios avançados da vegetação original de campo-cerrado.

A Vegetação em Relação ao Solo

O local sem mineração caracteriza-se por solos muito argilosos de acidez média, com níveis médios de Al^{3+} trocável e deficiência de P. Nesses solos, desenvolve-se uma formação de tipo campo-quase-limpo, cuja vegetação possui predominância de gramíneas densas, alcançando uma altura de 0,8 m. Algumas espécies lenhosas distribuídas em baixa densidade e cobertura, alcançando uma altura de 1,25 m, foram encontradas também nesses solos.

Os sítios explorados, por outro lado, têm solos de textura franco-argilo-arenosa, acidez média, níveis baixos de Al^{3+} trocável e deficiência de P. Com relação aos níveis de P, estes foram maiores no local sem mineração. As gramíneas do local de grandes escavações apresentaram níveis de densidade, cobertura e altura variando de baixo a médio. Porém, nos sítios com profundas escavações, as espécies lenhosas caracterizaram-se por alta densidade, cobertura média e alcançaram uma altura máxima de 4,20 m. Existem muito mais espécies no local de grandes escavações que no não-explorado.

DIAS (1982) relata que análises químicas do solo da região de Poços de Caldas mostraram, em geral, elevados níveis de acidez e de teores de Al^{3+} trocável. No caso do Campo do Saco, é provável que as escavações e os 50

anos transcorridos desde o término destas, tenham alterado essas características nos locais de mineração, provocando, conseqüentemente, mudanças no estabelecimento da vegetação. Além disso, as escavações fizeram com que a superfície do solo ficasse mais próxima do lençol freático, e as concavidades remanescentes viraram sítios de acúmulo de água e sedimentos, fatores que podem alterar também o comportamento vegetal.

O contraste provocado pela mineração, entre o campo-quase-limpo do local não-trabalhado e os locais trabalhados, com maior exuberância das espécies lenhosas e menor densidade de gramíneas, talvez corresponda a um gradiente natural da região. Segundo GOODLAND (1979), no cerrado ocorrem gradientes fisionômicos de xeromorfismo, aumentando essa adaptação funcional, desde o cerradão fechado até o campo-sujo. De acordo com a teoria do xeromorfismo proveniente da toxidez causada pelo alumínio, é possível que esses contrastes correspondam também à crescente saturação de alumínio e à deficiência de nutrientes no solo. Essa teoria, que é baseada em parte no trabalho de Arens sobre escleromorfismo oligotrófico, foi corroborada por dados obtidos em diferentes gradientes do cerrado da região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais (GOODLAND, 1979).

Se a mineração não tivesse sido realizada, seria difícil dizer, hoje, se as comunidades que atualmente recobrem o Campo do Saco lembrariam aquela vegetação original, da década de 30. Isso porque algumas características dos solos, a exemplo dos valores de pH, continuam semelhantes tanto nos locais que sofreram mineração quanto nos que não foram perturbados. A acidez, em si, não prejudica, necessariamente, o crescimento dos vegetais, porém, ela ocasiona a presença de elementos tóxicos, tal como o alumínio. Com a remoção antrópica do alumínio existente no minério de bauxita, é compreensível que houvesse, talvez, melhoria das condições no local mais intensivamente explorado.

Figura 3 - Distribuição, por ordem do índice de valor de importância (IVI), das famílias botânicas encontradas nos locais I (sem mineração), II (pequenas escavações) e III (grandes escavações).

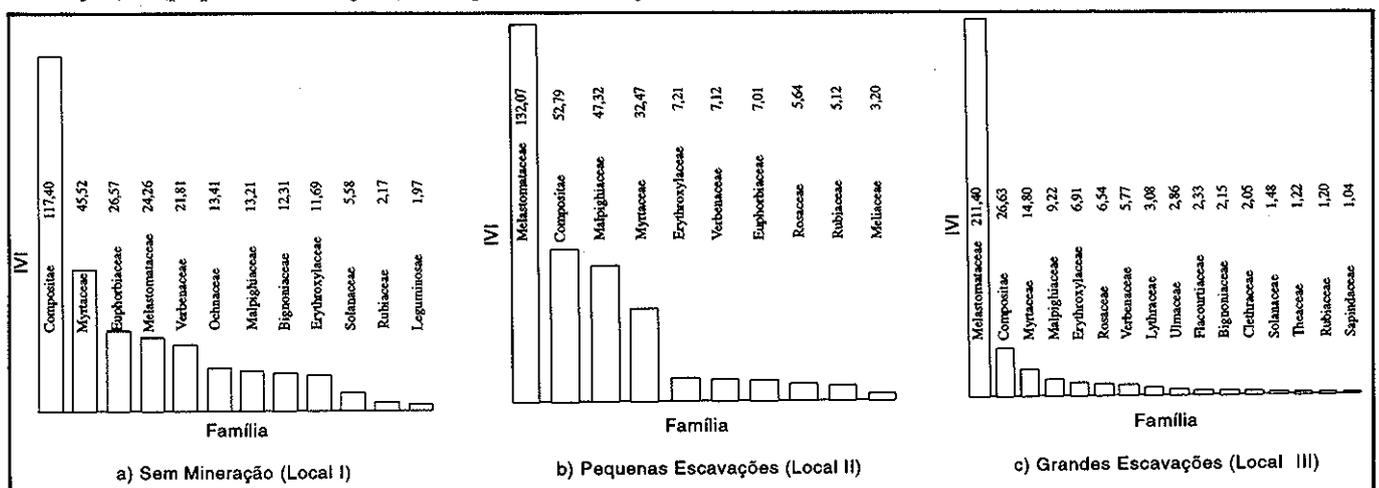


Tabela 2 - Dados gerais da vegetação (espécies lenhosas) encontradas nos locais I (sem mineração), II (pequenas escavações) e III (grandes escavações).

Local	Superfície de Amostragem Total (m ²)	Altura Média Máxima (m)	Número Total de Indivíduos	Número Total de Espécies	Cobertura Total (m ²)	Cobertura (m ²) (%)	Densidade Total (Indivíduos/m ²)
I	1.040	0,59	31,9	30	45,37	4,36	0,31
II	480	1,00	46,1	23	77,56	16,00	0,96
III	1.040	1,25	124,0	40	479,74	46,13	1,19

Tabela 3 - Algumas características populacionais das principais espécies encontradas em locais I (sem mineração), II (pequenas escavações) e III (grandes escavações).

Família/Espécie	H _{max} (m) I			CR _i (%)			FR _i (%)			DR _i (%)			IVI		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
BIGNONIACEAE <i>Jacaranda caroba</i> DC.	0,40	-	0,40	2,11	-	0,01	3,66	-	0,94	1,57	-	0,08	7,24	-	1,03
COMPOSITAE <i>Baccharis brevifolia</i> DC. <i>Kanimia oblongifolia</i> Baker <i>Eupatorium squalidum</i> DC. <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. <i>Eupatorium vacultherianum</i> DC.	0,76 0,64 - 0,50 -	0,80 0,60 0,90 -	0,84 - 1,35 1,40 -	23,73 0,80 - 0,65 -	0,14 0,11 4,98 -	2,06 - 0,09 0,42 -	13,41 3,66 - 1,22 -	1,75 1,75 7,02 -	4,72 - 2,88 0,94 -	37,62 2,82 - 0,94 -	0,43 2,17 23,00 -	4,72 - 1,30 2,10 -	74,76 7,28 - 2,81 -	2,32 4,03 35,00 -	11,50 - 4,21 3,46 -
ERYTHROXYLACEAE <i>Erythroxylon suberosum</i> A. St. Hil.	0,60	2,10	2,75	1,19	1,33	2,08	2,44	1,75	3,77	0,63	1,09	1,05	4,26	4,17	6,91
EUPHORBIACEAE <i>Sapium marginatum</i> Muell. Arg.	1,10	1,70	-	13,64	0,88	-	8,54	5,26	-	4,39	0,87	-	26,57	7,01	-
MALPIGHIACEAE <i>Byrsonima intermedia</i> A.	0,64	0,82	0,80	7,60	4,07	1,24	3,66	8,77	6,60	2,19	2,82	1,37	13,45	15,66	9,22
MELASTOMATACEAE <i>Leandra lacunosa</i> Cogn. <i>Miconia ligustroides</i> Naud. <i>Tibouchina frigidula</i> Cogn. <i>Leandra sylvatica</i> Cogn. <i>Tibouchini</i> aff. <i>moricondiana</i> Baill. <i>Tibouchina stenocarpa</i> Cogn.	0,68 1,25 0,57 -	1,40 1,70 0,90 -	2,00 1,50 0,90 0,70 4,20 3,00	0,84 4,57 3,42 -	11,66 46,71 3,56 -	29,00 18,38 0,38 0,31 0,62 38,94	2,44 1,22 4,88 -	8,77 8,77 7,02 -	11,32 12,26 0,94 0,94 3,77 12,26	1,88 0,31 4,70 -	29,30 12,37 3,91 -	28,22 15,81 3,23 1,21 0,89 26,85	5,16 6,10 13,00 -	49,73 67,85 14,49 -	68,54 46,45 4,54 2,46 5,28 78,06
MYRTACEAE <i>Camponesia Ruiz & Pav. sp.</i> <i>Eugenia Mich. ex Linn. sp.</i> <i>Psidium cinereum</i> Mart. ex DC. <i>Psidium Linn. sp.</i> <i>Camponesia obscura</i> Berg <i>Pseudocaryophyllus acuminatus</i> (Link) Burret	0,30 - 0,92 0,30 0,41 0,25	0,59 0,40 - - 0,25	1,65 0,75 0,54 1,20 -	2,01 - 1,76 0,24 0,39 1,00	3,34 0,18 - - 0,28 0,20	0,42 0,49 0,02 0,12 - -	3,66 - 4,88 1,22 1,22 9,76	8,77 1,75 - - 8,77	1,90 2,83 0,94 1,90 -	1,57 - 1,25 0,31 1,25 5,64	1,74 0,22 - - 1,08 -	0,24 1,13 0,08 0,89 -	7,24 - 7,89 1,78 2,86 16,40	13,85 2,15 - - 10,13 6,33	2,54 4,45 1,04 2,90 -
ROSACEAE <i>Bubus brasiliensis</i> Mart.	-	1,10	1,25	-	0,62	0,23	-	3,51	2,83	-	1,52	1,37	-	5,64	4,43
RUBIACEAE <i>Palicourea rigida</i> H.B. & K.	0,16	0,33	0,30	0,32	0,37	0,01	1,22	3,51	0,94	0,63	1,52	0,24	2,17	5,19	1,20
SOLANACEAE <i>Solanum Lycocarpum</i> A. St. Hil.	0,62	-	0,60	0,35	-	0,30	3,66	-	0,94	1,57	-	0,24	5,58	-	1,48
VERBENSCSE <i>Aegiphila Tomentosa</i> Cham.	0,76	0,50	0,80	8,71	1,03	0,70	2,44	1,75	0,94	10,66	4,34	1,21	21,81	7,12	2,86

Conclusões e Sugestões

Hoje, 50 anos após o término da mineração de bauxita, a vegetação do Campo do Saco apresenta três situações:

- a) em local não-trabalhado ocorre vegetação normal de campo-cerrado. Se tivessem prevalecido condições sem perturbação, esse padrão de vegetação cobriria, provavelmente, toda a área do estudo;
- b) em local intensamente trabalhado encontram-se espécies lenhosas visualmente mais exuberantes e densas. A regeneração natural de espécies lenhosas originou-se, em grande parte, da disseminação de outras formações vegetais adjacentes, tais como as matas ciliares, capoeiras e cerrados;
- c) em local ligeiramente explorado desenvolve-se vegetação com características intermediárias entre o local não-explorado e os intensivamente explorados.

A mineração afetou também a regeneração natural da vegetação, porque modificou as seguintes características edáficas:

- a) textura do substrato - solos originalmente muito argilosos antes da mineração deram lugar a solos de textura franco-argilo-arenosa;
- b) disponibilidade de umidade - a escavação deixou a superfície do solo mais próxima do lençol freático, e cavidades que acumulam água e sedimentos, quando chove.

Em geral, a vegetação dos locais explorados, mas abandonados, apresentou um visual mais exuberante que a do local sem mineração. Essa situação é excepcional, em razão da proximidade da escavação com o lençol

freático e das características do minério de bauxita.

Para fins do programa ambiental da mineradora, recomendam-se:

- 1) Objetivar a **reabilitação** do local e não a sua **restauração**. As alterações edáficas impossibilitam um retorno às condições originais de vegetação. Seria melhor "reestabelecer" condições para que as terras possam ser produtivas e sua vegetação auto-sustensável.
- 2) Experimentar o cultivo de *Tibouchina stenocarpa* Cogn., *Leandra lacunosa* Cogn. e outras espécies de *Melastomataceae*. Há evidências de que o plantio dessas espécies pioneiras pode acelerar o processo natural de regeneração do local.
- 3) Para disseminar essas espécies mais adaptadas, recorrer a várias fontes de sementes, tais como:
 - plantas que já se regeneram naturalmente na área;
 - faixas de matas ciliares e outras formações vegetais adjacentes à mina, preservadas para essa finalidade durante a mineração;
 - camada fértil do solo removida quando iniciada a mineração;
 - a fauna (especialmente aves e morcegos), que carrega as sementes para os locais degradados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Alcoa Alumínio S.A., de Poços de Caldas, o apoio logístico para a realização deste trabalho, especialmente a Don Duane Williams, gerente de mineração. Agradecem também ao prof. Luiz Carlos Marangon, da Universidade Federal de Viçosa, pela ajuda na nomenclatura das espécies estudadas.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, E. B. de. **Geology of the bauxite deposits of the Poços de Caldas District, State of Minas Gerais, Brazil**. Stanford, Stanford University, 1977. 273 p. (Tese Ph. D.).
- BARTH, R. C. **Avaliação de recuperação de áreas mineradas no Brasil**. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 1989, 41 p. (Boletim Técnico 1).
- BRASIL. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993.
- DIAS, A.C. **Reabilitação de áreas mineradas de bauxita em Poços de Caldas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE LAVRA A CÉU ABERTO, 1º. Belo Horizonte, 1982. *Anais*, s. 1., Instituto Brasileiro de Mineração, 1982. p. D2.1 - D2.11.
- GOODLAND, R. **Análise ecológica da vegetação do cerrado**. In: GOODLAND R. & FERRI, M. G. **Ecologia do cerrado**. Trad. Eugênio Amado. Belo Horizonte, Itatiaia, 1979. p. 61-161.
- GRIFFITH, J. J. **O estado da arte de recuperação de áreas mineradas no Brasil**. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1º. Curitiba, 1992. *Anais*, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1993. p. 77-82.
- GUERRERO, J. S. J. & VILELA, M. de F. **Cerrado brasileiro: Potencial econômico, aspectos ambientais e geopolíticos**. Viçosa, Universidade Federal, 1992. 120 p. (Monografia).
- JOHNSON, F. L.; GIBSON, D. J.; RISSER, P. G. **Revegetation of unreclaimed coal strip-mines in Oklahoma: I, Vegetation structure and soil properties**. *Journal of Applied Ecology*, 19 (2): 453 - 463, 1982.
- KAGEYAMA, P. Y. & EQUIPE TÉCNICA DA CESP. **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1992. 43 p. (Série Técnica).
- LORENZO, J. S. **Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, Minas Gerais**. Viçosa, Universidade Federal. Departamento de Engenharia Florestal, 1991. 151 p. (Tese M. S.).
- MANNER, H. I. **Phosphate mining induced vegetation changes on Nauru Island**. *Ecology*, 65 (5): 1454-1465, 1984.
- MATTEUCCI, S. D. & COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington, Organización de Estados Americanos, 1982. 168 p. (Monografia 22).
- PALANIAPPAN, V. M. **Ecology of tin tailing areas: plant communities and**

their succession. *Journal of Applied Ecology*, 2 (1): 133-150, 1974.

PEREIRA, S. C. Contribuição ao conhecimento das gramíneas do Município de Poços de Caldas - MG. Campinas, UNICAMP, 1986. 516 p. (Tese D. S.).

SMITH, P. W.; DEPUIT, E. J.; RICHARDSON, B. Z. Plant community development on

petroleum drill sites in Northwestern Wyoming. *Journal of Range Management*, 41 (5): 372-377. 1988.

SOUZA, A. L. de; SILVA, A. F. da; NETO, J. A. A.; MARANGON, L. C.; MOTA, L. P.; MOTA, A. L. P. Estrutura fitossociológica das matas do Vale do Rio Araguari (Triângulo Mineiro) I - Mata do Vasco. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 44°. São Luiz, MA, 1993.

Sociedade Botânica do Brasil, *Resumos*, vol. 2, p. 485.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. C. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília, Ministério do Interior, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1990, 96 p.



Educação Ambiental: o que diz a literatura

Michèle Sato¹

RESUMO - A Educação Ambiental ainda não tem sido implementada com sucesso no mundo. Alguns estudos têm sido dedicados ao problema, mas pouca atenção tem sido dada ao "lado educacional" da Educação Ambiental. Muitos autores acreditam que o mal êxito da Educação Ambiental está na falta de clareza dos seus objetivos, princípios e definições. O presente artigo analisa o que diz a literatura, desde a Conferência de Tbilisi (1977) até os dias de hoje, enfatizando os principais objetivos da Educação Ambiental, reconhecendo a educação como um poderoso instrumento político para o melhor desenvolvimento de um mundo mais sustentável.

Palavras-chave: Educação Ambiental, ecologia educacional, meio ambiente e educação.

ABSTRACT - Environmental education has not been successfully integrated over the world. Several studies have addressed this problem, but little attention has been paid to the "educational side" of environmental education. Many authors believe that the weakness of environmental education is based on its lack of clarity in outlining its goals, principles and definitions. This present paper analyses what the literature says, from Tbilisi Conference (1977) to nowadays, emphasizing the main objectives of environmental education, recognizing the education as a powerful political tool to enhance the development of world sustainability.

Key-words: Environmental education, ecological education, environment and education.

A Educação Ambiental é um termo relativamente novo, embora a educação tenha sido sempre relacionada com o meio ambiente. Nas sociedades primitivas, a educação dos povos sempre incluía um envolvimento íntimo com a natureza. Originalmente, esse termo parece ter surgido na disciplina de biologia, "a priori" restrito aos estudos vegetais (UNESCO & UNEP, 1983-1990).



Entretanto, a qualidade do ambiente do nosso planeta deteriorou-se tão substancialmente, que trouxe como conseqüência o envolvimento das populações visando prevenir e resolver os problemas ambientais. A principal preocupação foi a de definir a Educação Ambiental (E.A.) e a sua importância. Muitos enunciados são encontrados na literatura, porém, a descrição da UNESCO (1977) é internacionalmente aceita e recomendada desde 1970 (Conferência de Educação Ambiental, em Nevada), sendo a mais amplamente utilizada pelos diferentes autores de muitos países:

"A E.A. é o processo de reconhecimento de valores e elucidação dos conceitos que levam a desenvolver as habilidades e as atitudes necessárias para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios físicos. A E.A. também envolve a prática para as tomadas de decisões e para as auto-formulações de comportamentos sobre os temas relacionados com a qualidade do meio ambiente."

UNESCO & UNEP, 1983-1990

1 - Mestre em Educação Ambiental pela University of East Anglia, Inglaterra.

As primeiras preocupações oficiais com o meio ambiente começaram a se desenvolver na década de 70, e três importantes objetivos (educação **para**, **através** e **sobre** o ambiente) foram introduzidos nos guias curriculares, particularmente nas áreas de Biologia e Geografia. Esses princípios foram baseados na taxonomia educacional de Bloom (1979), subdivididos em domínios cognitivos, afetivos e psicomotores. McInnis (1972) tentou expandir os conceitos sobre a matéria e declarou que "a E.A. não é algo somente para ser ensinado ou aprendido, mas é uma nova metodologia de ensino-aprendizado".

Steve Van Matre, do Instituto para a Educação do Planeta Terra, tem desenvolvido um programa de consciência estética, conhecido como "aclimatização". Esse processo de consciência natural possui quatro principais componentes, que são:

"Moldando sentidos, construindo conceitos, providenciando oportunidades pela 'solidude' e enfatizando os mecanismos de ensino-aprendizado. No final, esses quatro componentes são conectados em um especial propósito - o propósito da magia de aprender e ensinar com prazer".

Van Matre, 1979

A "aclimatização" é um programa que auxilia as pessoas de todas as idades a construir o sentido das relações - pelas emoções e pelos conhecimentos - com o mundo natural. Utilizando recursos fora da sala de aula, no ambiente imediato ou não, os professores podem seguir as sugestões de Van Matre, mostrando aos alunos que eles são componentes da natureza, e que cada elemento natural está ligado a outro, formando um só mundo.

Em termos gerais, é possível definir a E.A. como um novo estilo de educação, que envolve o meio físico, cultural, pessoal e global. Vidart (1978) define a E.A. como "algo original, produzido pela criatividade e imaginação de um pensamento revolucionário".

Objetivos

Em 1977, na Conferência de Tbilisi, a UNESCO definiu os objetivos da E.A., que podem ser sumarizados em:

- a) Promover a consciência e a preocupação com as interdependências econômicas, políticas, sociais e ecológicas, nas áreas urbanas e rurais.
- b) Promover oportunidades para cada cidadão adquirir o conhecimento, valores e atitudes, além de respeito e habilidades necessárias para defender e melhorar o ambiente.
- c) Criar novos modelos de comportamentos individuais, grupais e sociais a favor do ambiente.

UNESCO & UNEP, 1983-1990

Em 1981, um relatório do Departamento de Educação e Ciências da Grã-Bretanha (DES, 1981) listou as principais propostas de E.A. e a necessidade de implementá-las. Segundo o relatório, a E.A. deve levar as pessoas a:

- a) Reconhecer o ambiente imediato com apreciação, mas com os olhos críticos.
- b) Adquirir diversas habilidades necessárias.
- c) Entender alguns aspectos do meio biofísico e adquirir conhecimentos básicos dos princípios e das relações ecológicas.
- d) Entender alguns processos tecnológicos, políticos e sociais que interferem na ação humana sobre o ambiente.
- e) Desenvolver o respeito às diferentes culturas, ambientes e problemas.
- f) Compreender as interdependências humanas e a natureza dos recursos naturais utilizados pelos seres humanos.
- g) Desenvolver o interesse pelo ambiente imediato e também pelo global.
- h) Adquirir a base necessária para tomar decisões em relação aos problemas ambientais que afetam a sociedade em sua totalidade.

DES, 1981

Em 1974, o Conselho de Escola do Reino Unido (Neal, 1990) estabeleceu as metas gerais da E.A., descrevendo os efeitos em termos gerais e providenciando direções para os objetivos comportamentais mais específicos. Esses objetivos, correspondentes à taxonomia educacional de Bloom (Bloom, 1979), são amplamente conhecidos como **para**, **através** e **sobre** o ambiente. Entretanto, existe outro componente denominado **participação** pela UNESCO (1983-1990), **ético** por Benedict (1991) e **conscientização** por Sato (1992), que deve ser incluído nos objetivos gerais da E.A. Esses objetivos são:

- a) **Objetivos Cognitivos (sobre o ambiente):** levar os indivíduos e os grupos sociais a adquirirem largas experiências, contatos e conhecimentos sobre o meio ambiente e seus problemas.
- b) **Objetivos Afetivos (através do ambiente):** levar os indivíduos e os grupos sociais a adquirirem valores éticos e apreciações ambientalistas importantes para a proteção do meio ambiente.
- c) **Objetivos Psicomotores (para o ambiente):** levar os indivíduos e os grupos sociais a adquirirem habilidades na identificação dos problemas ambientais.
- d) **Objetivos de Conscientização (próximo ao ambiente):** levar os indivíduos e os grupos sociais a terem oportunidades para ser ativamente envolvidos na resolução de problemas ambientais através das tomadas de decisões e ações políticas.

Sato, 1992

O quarto propósito da E.A., mencionado acima, é o mais ambicioso no que tange ao espectro político, moral e ético, por estar induzindo modificações nas atitudes de

1 - O termo "solidude" não tem tradução exata em Português, podendo ser interpretado como numa solidão desejada, um momento de paz e tranquilidade.

responsabilidades pela natureza humana e biofísica, envolvendo a solidariedade, a igualdade e o comportamento cooperativo das relações humanas, que também caminham para a resolução da crise ambiental.

Princípios

A Carta de Belgrado (1975) declarou que os princípios gerais da E.A. são:

a) A E.A. deve considerar o ambiente em sua totalidade - natural, artificial, ecológica, política, econômica, tecnológica, social, legislativa, cultural e estética.

b) A E.A. deve ser um processo contínuo e permanente, tanto em caráter formal como informal.

c) A E.A. deve ser interdisciplinar.

d) A E.A. deve enfatizar a participação ativa em prevenção e resolução dos problemas ambientais.

e) A E.A. deve examinar as questões globais, enquanto enfatiza as questões locais.

f) A E.A. deve estar sempre atualizada dos fatos novos que ocorrem no mundo.

g) A E.A. deve examinar o progresso e o desenvolvimento a partir de uma perspectiva ambiental.

h) A E.A. deve ser capaz de desenvolver valores para a resolução das necessidades locais, nacionais e internacionais.

UNESCO, 1976

Conclusão

As mudanças de pensamento, atitudes e valores humanos são as mais desafiadoras tarefas da E.A., e clamam por uma mudança urgente na metodologia de ensino. O conhecimento e as informações sobre as questões ambientais trazem o desenvolvimento natural da mentalidade conservacionista nos alunos. Porém, é necessário desenvolver programas educacionais que examinem as causas dos dilemas ambientais, e não somente os seus sintomas.

A mais efetiva maneira de tornar os alunos mais conscientes é garantir a possibilidade deles experimentarem e agirem. Com maior participação, a habilidade de influenciar as pessoas e a tomada de decisões, os problemas ambientais poderão ser melhor administrados. Como resultado dessa conscientização ambiental, uma nova atitude pessoal de responsabilidade pode ser atingida (Benedict, 1991; NAAEE, not-dated; UNESCO & UNEP, 1983-1990).

O mais importante objetivo do ensino da E.A. é estimular os alunos, tentando influenciá-los e informá-los das questões do meio ambiente. Com a ajuda da mídia, a E.A. poderá ser desenvolvida nas escolas, nas casas, nas igrejas e na comunidade em geral. A tarefa mais importante não consiste apenas em conhecer o meio ambiente, mas sim agir sobre ele.

Referências Bibliográficas

- BENEDICT, F. (1991). *Environmental Education for Our Common Future*. Norwegian University Press.
- BLOOM, B.S. (1979). *Taxonomy of Educational Objectives*. London, Longman Group.
- DEPARTMENT of Education and Science (1981). *Environmental Education - a Review*. London, HMSO.
- FREIRE, P. (1972). *A Pedagogy of the Oppressed*. Harmondsworth, Penguin.
- FREIRE, P. (1979). *Education for a Critical Consciousness*. London, Sheed and Ward.
- McINNIS, N. (1972). *You are an Environment*. Ohio, North American Association for Environmental Education.
- NEAL, P. & PALMER, J. (1990). *Environmental Education in the Primary School Curriculum*. Basil Blackwell Ltd.
- NORTH American Association for Environmental Education (not-dated). *Environmental Education Activities Manual*. Ohio, NAAEE.
- SATO, M. (1992). *How the Environment is Written: A Study of the Utilization of Textbooks in Environmental Education in Brazil and England*. Unpublished M. Phil. Thesis, University of East Anglia.
- UNESCO & UNEP (1983-1990). *The Environmental Education Series*. From number 1 to 30. UNESCO & UNEP Publications.
- UNESCO (1976). The Belgrade charter. In *Connect*, 1, 1.
- UNESCO (1980). *Environmental Education in the Light of Tbilisi Conference*. UNESCO Publication.
- VAN MATRE, S. (1979). *Sunship Earth*. Indiana, American Camping Association.
- VIDART, D. (1978). Environmental education - theory and practice. In *Prospects*, 8, 1.

Eutrofização e floração de fitoplâncton marinho¹

Denise Navas-Pereira²

RESUMO - A elevada eutrofização em algumas áreas costeiras, devido, particularmente, à contaminação por esgotos domésticos ou industriais com elevada carga de nutrientes, pode propiciar o aparecimento de florações de fitoplâncton, representadas por grupos diversos, inclusive dinoflagelados, causadores de "marés vermelhas". Essas florações levam à diminuição do oxigênio dissolvido e/ou liberação de toxinas específicas, podendo causar não somente grandes mortalidades de peixes e outros organismos marinhos, como também a interdição de áreas de colheita ou cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação. Na costa do Brasil, foram registrados diversos casos de florações, devidos a agentes diversos, estando os mais intensos relacionados à elevada eutrofização, especialmente no litoral de São Paulo. O atendimento a esses episódios propiciou a aquisição de experiência relativa aos parâmetros a serem analisados e aos procedimentos a serem adotados, assim como a necessidade de uma abordagem multidisciplinar, em tais casos.

Palavras-chave: "Maré vermelha", florações, fitoplâncton, eutrofização.

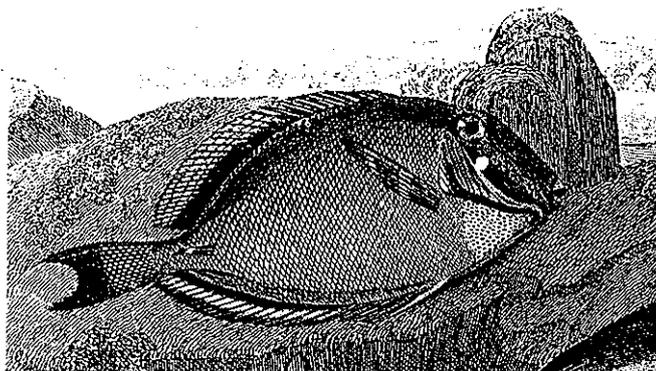
ABSTRACT - Eutrophication and phytoplankton blooms.

Coastal waters eutrophication due to domestic or industrial rich nutrient discharges may result in phytoplankton blooms. These blooms may be composed of several groups, including dinoflagellates, which may cause "red tides". These blooms cause dissolved oxygen depletion and liberate specific toxins, which may be responsible for massive fish kills as well as the closing of edible shellfish beds. Several cases were recorded on Brazilian shorelines, the most significant ones being related to high trophic levels of nutrients, particularly on São Paulo State coast. These occurrences allowed to get more experience about monitoring of these phenomena and the corrective measures to be taken, showing the need to analyse it on a multidisciplinary approach.

Key-words: "Red tides", blooms, phytoplankton, eutrophication.

As "marés vermelhas" ou florações de fitoplâncton, que comumente produzem mortandade de animais marinhos ou tornam-nos inadequados ao consumo humano, devido ao acúmulo de substâncias tóxicas produzidas pelas algas, já são conhecidas desde a antigüidade.

O Êxodo (cap. 7:20, 21) menciona: "... e o mar se tornou sangue...". Esta foi, possivelmente, uma "maré assassina" devido a uma floração ("bloom") de *Noctiluca scintillans*, um dinoflagelado, segundo Carneiro (1988).



Em 1528, o explorador Cabeza de Vaca, no Golfo do México, verificou que era tabu, entre os índios, comer peixes e mariscos quando a água se tornava vermelha (Péres & Devise, *apud* Brasil, 1978).

No caso dos oceanos, as chamadas "marés assassinas" (por causar, em geral, grande mortandade de peixes ou outros animais) podem ser diagnosticadas pelas suas colorações: marés vermelhas para os dinoflagelados, marrons para as diatomáceas e verdes para as primnesiofíceas e rafidofíceas (Carneiro, 1988); também são de coloração avermelhada as florações de cianofíceas.

1 - Trabalho apresentado no Seminário CPPS/PNUMA/CEPIS (OPS)/COI, sobre Eutroficação de las Águas Costeras del Pacífico Sudeste y Problemas Relacionados, realizado em Cartagena, Colômbia, de 7 a 11.08.89.

2 - Bióloga, gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas da CETESB, doutora em Ciências, área de Zoologia, pela Universidade de São Paulo.

A designação "maré vermelha", na realidade, é um termo popular, que passou a ser utilizado por terem as primeiras ocorrências registradas em ambiente marinho apresentado coloração avermelhada. A "maré vermelha" constitui, pois, um caso particular de floração, em que os organismos predominantes têm coloração avermelhada. Por esta razão, considera-se, aqui, o termo *floração* ("bloom") como o mais adequado, pois significa uma proliferação excessiva de organismos fitoplanctônicos, independentemente da coloração resultante. Também são usados os termos "descoloração das águas" (significando "mudança de cor", em Inglês), "mancha nas águas" (Barrie Dale, 1979, comunicação pessoal).

A partir da realização da 1ª Conferência Internacional sobre Florações de Dinoflagelados Tóxicos (LoCicero, 1975), os especialistas no assunto decidiram considerar a denominação "maré vermelha" como restrita às florações de dinoflagelados tóxicos, utilizando, para outros casos, simplesmente a denominação "floração".

As florações podem ser atribuídas a uma combinação de fatores (temperatura, salinidade, concentração de nutrientes, presença de quelantes, ventos, correntes e outros) ainda não bem esclarecida, sendo que, até hoje, os mecanismos de sua formação vêm sendo estudados (Takahashi & Fukasawa, 1982).

Segundo Carneiro (1988), tais fenômenos podem ocorrer em decorrência de uma súbita elevação de temperatura, associada a um grau de insolação favorável, que tornam o meio salino propício à explosão incontrolável de uma das classes principais de algas que constituem o fitoplâncton.

O crescimento espetacular de dinoflagelados, que resulta em "maré vermelha", geralmente é restrito a águas costeiras ou a regiões onde ocorre ressurgência (Prakash, 1975; Hartwell, 1975). Existem muitas evidências de que a abundância e a variação sazonal dos dinoflagelados estão relacionadas à temperatura, salinidade, luz, nutrientes (principalmente vitaminas e substâncias húmicas, especialmente quelantes e metais-traço) e regime de correntes. Altas temperaturas, alta intensidade luminosa e uma relativa estabilidade da coluna d'água são alguns dos fatores que estimulam o crescimento, mas o exato mecanismo que permite o desenvolvimento de uma floração mono-específica de dinoflagelados, com a virtual exclusão de outras espécies de fitoplâncton, ainda é um enigma (Prakash, 1975).

As ocorrências esporádicas e, geralmente, de curta duração, de tais florações têm apanhado a comunidade científica de surpresa e desencorajado o estudo do fenômeno numa base sistemática e contínua (CETESB, 1983).

Algumas florações, embora não sejam caracterizadas pela presença de organismos tóxicos ao homem, poderão provocar a morte de peixes e outros organismos aquáticos, não por ação direta, mas devido à depleção de

oxigênio dissolvido na água. Tal depleção é provocada pela redução da atividade fotossintética resultante da diminuição da penetração de luz e aumento da demanda bioquímica de oxigênio pelas bactérias, que decompõem a maior quantidade de matéria orgânica existente (Mahoney & Steimle, 1979).

Certos dinoflagelados produzem substâncias que são altamente tóxicas para o homem e outros animais (Shimizu, 1979). Esses dinoflagelados tóxicos podem se acumular em organismos filtradores que, ao serem ingeridos pelo homem, provocam intoxicação, conhecida como PSP ("Paralytic Shellfish Poisoning"), quando resultante da ingestão de moluscos contaminados com *Gonyaulax*, ou NSP ("Neurotoxic Shellfish Poisoning"), quando causado pela ingestão de moluscos contendo toxinas de *Gymnodinium breve*. Os primeiros efeitos podem aparecer imediatamente ou várias horas após o consumo, com sensações de dormência na boca, perturbações gastrointestinais, fraqueza ou paralisia. O efeito mais comum é a disfunção dos nervos cranianos (Schantz *et al.*, 1975; Hughes, 1979). Dependendo da qualidade e quantidade de toxina ingerida, pode ocorrer morte após duas a 24 horas, causada por paralisia respiratória e colapso cardiovascular (Quayle, 1969; Prakash *et al.*, 1971).

Essas toxinas são neurotóxicas e podem apresentar atividade hemolítica. Na região costeira, onde ocorre a floração, a dispersão na forma de aerossol pode causar irritação das vias respiratórias na população, podendo provocar, embora raramente, o aparecimento de dermatites de contato (Quick & Henderson, 1975) e conjuntivite (Hemmert, 1975). Até a presente data, não se conhece nenhum antídoto eficaz para essas toxinas (Quayle, 1969; Prakash *et al.*, 1971; Ghazarossian *et al.*, 1974; Quick & Henderson, 1975; Shimizu *et al.*, 1975 a,b).

Uma vez que as florações são tipicamente um fenômeno costeiro, sugere-se que o crescimento algal nessa proporção possa ser dependente ou, pelo menos, influenciado por processos de produção característicos de águas próximas à costa, naturalmente mais ricas que as oceânicas. Assim, existem evidências razoáveis de que as florações, especialmente de dinoflagelados, estão associadas a um "condicionamento biológico" das águas costeiras, produzido pela introdução de compostos orgânicos de origem terrígena, muitas vezes incluindo diversas substâncias biologicamente ativas (CETESB, 1983). Essas florações são mais intensas em áreas que recebem esgotos domésticos ou efluentes industriais com elevada carga de nutrientes, devido à eutrofização que provocam no corpo receptor.

Benon *et al.* (1977) verificaram que as florações geralmente ocorrem em locais em que há maior influência de águas menos salinas, com maior aporte de nutrientes, inclusive observando-se, ao longo dos anos, mudança nas formas predominantes. Segundo esses autores, essa situação, de elevado grau de eutrofização,

e caracterizado pela existência de populações de algas uni ou pobremente específicas, com forte potencial de multiplicação, significa uma fraca maturidade do sistema planctônico (no sentido de Margalef), que traduz um profundo desequilíbrio no ecossistema (Tommasi & Navas-Pereira, 1983).

Balbridge (1975) sugere uma relação entre mudanças na temperatura da água e manutenção de florações de *Gymnodinium breve*. Em laboratório, Joyce & Roberts (1975) verificaram que essa espécie requer nutrientes e fatores de crescimento específicos, dentre os quais, o fósforo e a vitamina B12.

No entanto, de acordo com a USEPA (1976), o fósforo, quando em concentrações 400 vezes maiores que o limite máximo permitível para águas marinhas ou estuarinas, isto é, 0,0001 mg/l, é particularmente tóxico à vida aquática.

Em experimentos que visavam o estudo da interação específica, verificou-se que o crescimento da diatomácea *Skeletonema costatum* estimulava, em paralelo, o crescimento da maioria dos dinoflagelados de "maré vermelha". É provável mesmo que a *Skeletonema* produza algumas substâncias estimuladoras (Iwasaki, 1979). Essas experiências parecem conduzir a especulações quanto ao grande número de diatomáceas e de dinoflagelados em certos episódios de "maré vermelha" registrados. Mulligan (1975) observou que populações de "maré vermelha" que se desenvolviam ao longo da costa, não apresentavam os dinoflagelados como organismos mais representativos no fitoplâncton. Em uma floração tóxica de águas superficiais, enquanto a *Gonyaulax tamarensis* atingiu apenas 132 células/ml, a predominância maior era de *Skeletonema costatum*.

Balbridge (1975) ressalta que em certas florações de *Gymnodinium breve*, a mortalidade, principalmente de peixes, começa quando a concentração dessas algas ultrapassa os 250 organismos/ml. À medida que grande número de peixes mortos vai se acumulando, os problemas econômicos e de saúde pública também vão se acentuando.

Embora deva haver uma especificidade quanto aos requisitos nutricionais, alguns estudos em laboratório mostram que os dinoflagelados marinhos se desenvolvem melhor em condições de baixa salinidade e elevado teor de matéria orgânica. Ambas as condições prevalecem em águas costeiras, particularmente em áreas de descarga fluvial ou após pesadas chuvas.

Outro aspecto da influência da drenagem continental sobre o desenvolvimento de "marés vermelhas" está relacionado com a introdução de poluentes em águas costeiras. O aumento da poluição nas águas da costa pode aumentar a frequência da ocorrência de "marés vermelhas", como foi observado em certas áreas da Baía de Tóquio e do fiorde de Oslo (Prakash, 1975). Entretanto, esse aumento de nutrientes, em geral, causa a floração de qualquer tipo de algas, não havendo evidências de que favoreça o crescimento específico de espécies tóxicas.

Segundo Steidinger (1973, in Joyce & Roberts, 1975), para *Gymnodinium breve*, a provável seqüência do fenômeno é a seguinte: as florações se iniciam a uma certa distância da costa; então, condições favoráveis, tais como a presença de nutrientes e de fatores de crescimento suficientes e salinidade, além de temperatura ótima, mantêm a floração, que se concentra por mecanismos físicos, como o vento, correntes e áreas de convergência.

Sweeney (1979) sugere três possibilidades para o surgimento de uma floração de dinoflagelados monoespecífica:

- a espécie pode se dividir mais rapidamente do que outros dinoflagelados, devido à presença de um fator de crescimento específico;
- os dinoflagelados de uma "maré vermelha" podem excretar substâncias que inibem o crescimento de competidores; e
- diferenças comportamentais dão vantagem a uma espécie de dinoflagelado sobre outra (por exemplo, migração vertical).

Outros autores sugerem, também, que a floração pode se iniciar a partir de cistos dormentes. O desenvolvimento parece ser dependente apenas da temperatura, não estando correlacionado com o regime de salinidade ou nutrientes (Provasoli, 1979).

A manutenção da floração é influenciada por vários fatores. Observou-se, por exemplo, que uma densa floração de *Gymnodinium splendens* foi sensivelmente reduzida pela atividade do macrozooplâncton em águas costeiras da Califórnia, o que pode, às vezes, explicar a pouca densidade de dinoflagelados em tais processos (Fiedler, 1982).

Generalidades sobre Dinoflagelados

Os dinoflagelados são organismos microscópicos unicelulares, autotróficos, saprófitos ou fagotróficos, pigmentados ou não, que se caracterizam por possuir dois flagelos, um longitudinal e outro transversal, que servem para o deslocamento (Steidinger & William, 1970). Ocupam o segundo lugar em abundância no ambiente marinho.

Esses organismos, quando têm o corpo recoberto por placas de celulose, são denominados **tecados**, e **nus** quando essas placas são ausentes. A forma e posição dessas placas é que permitem a identificação das espécies.

Os dinoflagelados multiplicam-se tanto por reprodução sexuada como assexuada, apresentando em seu ciclo de vida formas móveis e imóveis, estas últimas denominadas cistos. Os cistos desempenham um papel importante tanto na ocorrência da floração como na dispersão da espécie. São formas resistentes e potenciais que: 1) garantem a sobrevivência dos dinoflagelados num determinado local; 2) promovem a dispersão para outras áreas sem antecedentes de florações tóxicas; 3) permitem a ocorrência de florações em determinados locais, onde estão presentes em todas as épocas do ano;

e 4) podem contaminar os moluscos bivalves, tornando-os tóxicos mesmo sem a ocorrência de floração (CETESB, 1980).

Toxinas de Dinoflagelados

O dinoflagelado *nu* *Gymnodinium breve* produz potentes endotoxinas neurotóxicas, uma delas apresentando uma atividade hemolítica que é letal para muitos invertebrados, peixes, aves e mamíferos.

Essas toxinas não foram ainda identificadas completamente, mas, segundo alguns autores, são compostos alifáticos de cadeia longa, insaturados, polares, lipossolúveis, não voláteis. Possuem função carbonila, na forma de éter, lactona ou ambas. São instáveis na presença do ar e se decompõem rapidamente num produto não tóxico. Essas toxinas, quando ingeridas pelo homem, são causadoras da intoxicação alimentar denominada NSP ("Neurotoxic Shellfish Poisoning").

As toxinas do dinoflagelado *tecado* *Gonyaulax* provocam intoxicação alimentar denominada PSP ("Paralytic Shellfish Poisoning"). Durante muitos anos, considerou-se que a toxina causadora da PSP era a saxitoxina pura. Recentemente, por meio de testes mais aperfeiçoados, descobriram-se outras toxinas associadas à saxitoxina, que foram denominadas goniautoxina e neosaxitoxina, sendo seus potenciais similares ao da saxitoxina, um dos mais potentes tóxicos conhecidos.

Uma vez que essas toxinas aparecem em grande quantidade e em diferentes tipos nos moluscos bivalves, não se sabe se essa grande variedade é produzida pelos dinoflagelados ou se ocorre biotransformação dentro daqueles organismos (Shimizu *et al.*, 1978).

Essas toxinas são muito ricas em nitrogênio e alguns pesquisadores estão investigando a possibilidade de que possam servir como fonte de nitrogênio para o *Gonyaulax*, tanto na fase móvel quanto na imóvel.

Ocorrências Mundiais de Florações de Fitoplâncton

Inúmeros são os relatos de ocorrência de florações tóxicas em todo o mundo.

Nos Estados Unidos, os episódios de "maré vermelha" na costa Nordeste e Noroeste associam-se à contaminação de moluscos bivalves e riscos de intoxicação alimentar, enquanto na Flórida o fenômeno tem sido relacionado à mortandade de peixes (CETESB, 1983).

Há numerosos registros, também, de ocorrências no litoral da África do Sul, Mar da Arábia, Mar do Norte, Japão etc. (Brasil, 1978).

Uma ocorrência relatada por Luthy (1979), em outubro/novembro de 1976, e que provocou grande impacto na Espanha, Itália, França, Suíça e Alemanha, destaca a presença da toxina PSP em altas concentrações. A PSP foi acumulada em bivalves originários da costa atlântica da Espanha, tendo efeitos consideráveis. Na Alemanha e na Suíça, 42 pessoas foram hospitalizadas. As análises das amostras dos moluscos confiscados pelas autorida-

des suíças levaram à detecção de saxitoxina. Ressalte-se, no entanto, que nesse caso não foi identificado o organismo causador, pois não chegou a ser evidenciada nenhuma mancha nas águas (CETESB, 1983).

Como se vê, existem vários fatores que complicam extraordinariamente a interpretação do fenômeno da "maré vermelha", a saber:

- a) a tendência generalizada de se associar a cor vermelha da floração ao fato de ser ou não tóxica;
- b) a existência de diferentes espécies planctônicas tóxicas produtoras de toxinas diversas, com ações variáveis sobre peixes, camarões, moluscos e seres humanos. Nem todas essas toxinas são suficientemente conhecidas quimicamente; e
- c) não se tem a certeza de que, nos testes toxicológicos, as toxinas que matam peixes, por exemplo, produzam reações positivas em camundongos, que são os animais utilizados nos referidos testes.

A seguir, considerando a área da costa do Pacífico, apresentam-se algumas informações, mais detalhadas, sobre o registro dessas ocorrências nessa região, e a experiência do Brasil em casos dessa natureza.

Marés Vermelhas na Costa do Chile

Avaria (1979) fez um histórico da ocorrência de "marés vermelhas" desde o século XIX, quando uma floração de *Mesodinium rubrum* foi registrada por Darwin, durante a viagem do "Beagle". Os registros dessas ocorrências são escassos, devido aos estudos do fenômeno terem sido iniciados somente no final da década de 60.

Entretanto, atualmente existem, em todo o país, diversos especialistas no fenômeno. Na Tabela 1, apresentam-se os registros reunidos por Avaria (1979).

Marés Vermelhas na Costa do Peru

As florações são observadas com frequência ao longo da costa do Peru, sendo conhecidas como "aguajes"; o conceito de "aguajes" está relacionado especificamente com o afastamento das espécies das áreas de floração e mortandades maciças de peixes e aves marinhas. São observadas com mais frequência no verão e estão, aparentemente, associadas a um aumento da temperatura da água. Estes períodos estão associados ao fenômeno "El Niño", quando a Contra-Corrente Equatorial se estende para o Sul e invade as águas mais frias da costa do Peru (Mendiola, 1979).

O dinoflagelado *Gymnodinium splendens* é o organismo mais frequentemente associado com as "marés vermelhas" na costa do Peru. Em 1976, por exemplo, observou-se uma associação entre a floração desse dinoflagelado e a presença da anchova, *Engraulis ringens*, alimentando-se do mesmo, sem efeitos negativos aparentes. Posteriormente, foi observada redução na taxa de crescimento e no recrutamento dos estoques, conteúdo de lipídios e desova. No entanto, parece haver uma associação entre a fase pré-floração e a alimentação de larvas de *E. ringens*, o que teria propiciado maior abun-

Tabela 1 - Registros de florações na costa do Chile (seg. Avaria, 1979).

Data	Local	Organismo	Observações
1835	Concepción/Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	Sem registro de mortandades (Darwin)
1956	Corr. Peru/Arica/Iquique	<i>Prorocentrum micans</i>	Presença de organismos moribundos ou mortos; ao longo de áreas de contato entre águas quentes e frias
55/56	N. Iquique	<i>Prorocentrum micans</i>	Altas temperaturas e calmaria
1957	Arica, Baía Mejillones	Não identificado	Calmaria
1957	Baía de Valparaíso	Não identificado	Calmaria
Sem data	Baía de Mejillones	<i>Prorocentrum micans</i>	-
1968	Baía de Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	Temp. elevada, alta insolação, calmaria
1970	41-42° S	Não identificado	Dois casos fatais de intoxicação por moluscos
70/71	41° 30' S	<i>Dinophysis sp.</i>	Distúrbios gastrointestinais
1972	Bell Bay, Magallanes (54° S)	<i>Gonyaulax catenella</i>	Três casos fatais de intoxicação por moluscos; grande impacto econômico sobre exploração de bivalves; até 600/ml; forte estratificação (alta insolação e calmaria)
1/73	Estreito de Magallanes	<i>Amphidoma sp.</i>	Estratificação térmica (calmaria e alta insolação); até 678/ml; um caso de intoxicação leve por moluscos
3/75	Estreito de Magallanes	<i>Mesodinium rubrum</i>	436 a 2.430/ml
3/75	32° S	<i>Mesodinium rubrum</i>	Alta insolação; estabilidade vertical; 67 a 790/ml
12/75	26° 20' S	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
1/76	Baía de Mejillones	<i>Ceratium tripos</i>	-
2/76	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-
5/76	Baía de Arica	<i>Gymnodinium sp.</i>	-
1/77	Baía de Arica	<i>Glenodinium sp.</i>	-
2/78	Puerto Aysen 45° 30' S	<i>Mesodinium rubrum</i>	Até 1.300/ml

dância dessa espécie, em 1976 (Mendiola, op. cit.).

Com base no trabalho de Mendiola (op. cit.), apresenta-se, na Tabela 2, um resumo das ocorrências de "marés vermelhas" na costa do Peru.

Ocorrências no Brasil

A ocorrência de florações, no Brasil, tem sido documentada em numerosos trabalhos. Uma breve sinopse dessas ocorrências, inclusive com a presença de dinoflagelados, foi realizada por Rosa & Buselato (1981). Esses dados, juntamente com os documentados em Brasil (1978), CETESB (1980, 1983), Freitas & Lunetta (1982), Tommasi & Navas-Pereira (1983), Roberto & Navas-Pereira (1984) e Tommasi (1985), são apresentados na Tabela 3. Na Figura 1 são sumarizadas as áreas de ocorrências registradas.

Em função das ocorrências registradas no Sul do país, em 1978, com problemas para a saúde humana (irritação respiratória) e extensa mortandade de organismos marinhos, foi efetuado, em 1979/80, um

levantamento para a avaliação do potencial de ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo (CETESB, 1980). Verificou-se que o Litoral Norte desse Estado apresenta as maiores porcentagens de dinoflagelados como componentes do fitoplâncton, além de uma maior variedade de espécies. Tem também a maior variedade de espécies de cistos no sedimento, embora todo o litoral do Estado tenha revelado a presença de cistos de espécies tóxicas.

Segundo Brasil (1978), considerando-se todos os trabalhos levantados, em escala global, evidencia-se que:

- os fenômenos do tipo "maré vermelha" são de duração limitada;
- no mesmo local e no mesmo episódio de "maré vermelha" podem surgir diferentes dinoflagelados;
- no mesmo local, em episódios sucessivos, poderão ser encontrados dinoflagelados não encontrados nos episódios anteriores;

Tabela 2 - Registros de florações na costa do Peru (seg. Mendiola, 1979).

Data	Local	Organismo	Observações
1828	-	Não identificado	-
1874	Callao	Não identificado	-
4/85	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
1892	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
12/12	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
1/13	Callao	Não identificado	-
3,4/17	Paitato, Pisco	Peridiniales	Mortandade maciça de peixes ou aves
2/31	Pisco	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
8/36	Chimbote a Pisco	Flagelados	-
10,11/41	Callao, Pisco	Gymnodiales	Mortandade maciça de peixes ou aves
5,6/49	Salaverry	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/51	Pisco	Peridiniales	Mortandade maciça de peixes ou aves
11/51	Chimbote	Dinoflagelados	-
2/52	Chimbote	Dinoflagelados	-
11/58	Callao, Ilo, Matarani	Gymnodiales	-
4/59	Pimentel	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
5/59	Matarani	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
3,4/60	Paíta, Chimbote	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
11/60	San Juan, Ilo	<i>Gymnodinium splendens</i> , <i>Euglenales</i>	-
2/61	Chimbote	<i>Gymnodinium splendens</i> , <i>Eutreptiella gymnastica</i>	-
6/61	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
2/62	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
11/63	Pisco	Não identificado	-
1,2,8,12/64	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,3/64	Chancay	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,3,4,11/65	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,2,5/66	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
4,66	Punta Aguja	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
2,3/67	Chimbote, Casma	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
4,5,10,11,12/67	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,2/68	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
2/69	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
3/69	San Juan	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/70	Pisco	Monadas	Mortandade maciça de peixes ou aves
2,3/72	Chancay, Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,2/73	Atico	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
3,12/75	Chicama	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/75	Chancay	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/75	Callao	<i>P. micans</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/76	Callao	<i>P. micans</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/76	Callao	<i>Gonyaulax peruviana</i>	-
4/76	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3,4,5,6/76	Ao longo da costa do Peru	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
9,10/76	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,2,3/77	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
5,6/77	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
11/77	Chimbote	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
12/77	Callao	<i>Protoperidinium sp.</i>	-
2/78	Chicama	<i>Gymnodinium splendens</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
1,2,3,4/78	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-

Tabela 3 - *Florações na Costa do Brasil.*

Data	Local	Organismo	Observações
6/14	Baía de Guanabara	<i>Peridinium trochoideum/Prorocentrum</i>	Mortandade de peixes
1948	Idem	Idem	-
1950	Idem	Idem	-
1963	Recife	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	"Febre de Tamandaré"
1967	Rio de Janeiro	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	-
1971	Cananéia	<i>Skeletonema costatum</i>	1.000/ml
10/74	Baía de Santos	<i>Skeletonema costatum</i>	>100.000/ml
12/76	Idem	Idem	Idem
1978	Tramandaí (RS)	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	-
5/78	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	Mortandade de moluscos e outros animais; irritação respiratória
1/79	Baía de Santos	<i>S. costatum</i>	2.200.000/ml; >4.000ug/l clorofila
5/79	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	-
5/80	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	-
9/80	Baía de Santos	<i>Asterionella japonica</i>	2.500.000/ml; >9.000ug/l clorofila
2/81	Litoral do RJ	<i>Gonyaulax sp.</i>	-
5,7/81	Sul do RS	<i>Gymnodinium fusiforme</i> <i>Gyrodinium aureolum</i>	Mortandade de animais marinhos e irritação respiratória; Intoxicação alimentar leve; > 3.000/ml, seguida por <i>A. japonica</i>
8/83	Litoral de SP	<i>Gymnodinium sp.</i>	Mortandade de peixes; predominância de <i>S. costatum</i> ; interdição da área para pesca e coleta de moluscos; 246/ml; toxicidade negativa
1/84	Ubatuba	<i>Mesodinium rubrum</i>	643 a 1.608/ml; estratificação; PO4 elevado

- no mesmo local e no mesmo episódio, os diferentes dinoflagelados, quando houver, poderão apresentar-se em sucessão ou simultaneamente, com o predomínio eventual de um gênero (além de poder preceder ou suceder a uma predominância de diatomáceas);

- é de se esperar que, no decorrer de um episódio de "maré vermelha", encontram-se, em diferentes tempos, contagens diferentes de indivíduos de cada gênero e que, a menos que a amostragem seja no local e no tempo coincidente com o ápice do "bloom", não se poderá exigir uma contagem elevada, como registra a literatura;

- fenômenos de "maré vermelha" já foram detectados por meio de dados clínico-epidemiológicos, inclusive com a demonstração da presença de toxina e ocorrência de intoxicações graves, sem que tivessem sido encontradas modificações de coloração da água e sem que tivessem sido encontradas contagens elevadas de dinoflagelados.

Estes fatos são da maior importância para um sanita-

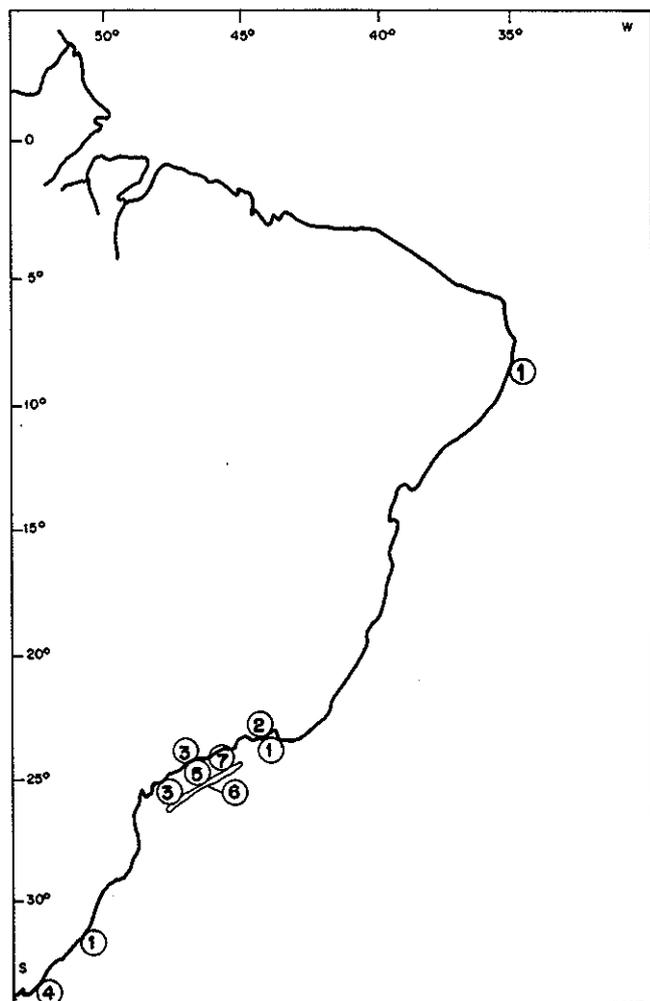
rista, principalmente quando atuar em condições em que a monitoragem sistemática dos dinoflagelados for impossível.

Casos mais recentes

Em 1988, uma extensa "maré verde" atingiu a região do Mar do Norte, com tal intensidade, que vitimou inclusive centenas de focas, esterilizando boa parte das águas escandinavas, e matando toda a vida marinha numa profundidade de até 10 m. A alga responsável, *Chrysochromulina polylepis*, proliferou em velocidade exponencial, multiplicando-se a cada 20 horas, até formar uma enorme massa amarelo-esverdeada de 50 x 10 km, causando a morte de 600 toneladas de salmões nas fazendas marinhas norueguesas devido à obstrução das brânquias pelas toxinas e à degradação das algas (Carneiro, 1988).

As florações parecem estar se multiplicando, atestando o incremento da poluição dos mares por nitratos e fosfatos provenientes dos adubos químicos que as águas

Figura 1 - Principais ocorrências de florações de fitoplâncton na costa brasileira. 1. *Trichodesmium erythraeum*; 2. Dinoflagelados não identificados; 3. *Skeletonema costatum*; 4. *Cyrodinium aureolum*; 5. *Asterionella japonica*; 6. *Gymnodinium* sp.; 7. *Mesodinium rubrum*.



pluviais e fluviais carregam até o oceano. Nos rios Reno e Elba são jogadas 700 mil toneladas de nitratos e 65 mil de fosfatos, que acabam atingindo as águas salgadas. Parece, inclusive, estar havendo um incremento na frequência de marés tóxicas; a imprensa tem documentado o reinício de florações nessa mesma região, ano após ano, sendo explicadas pela inibição de função excretora das diatomáceas (que parecem limitar as populações de dinoflagelados), em função da saturação das águas em nitratos e fosfatos (Carneiro, op. cit.).

Assim, há necessidade urgente de se rever as políticas ambientais, em âmbito global, para reduzir o aporte artificial de nutrientes para os oceanos, minimizando os riscos de desequilíbrios ambientais, cada vez mais frequentes, que levam a prejuízos econômicos, sociais e à saúde humana.

Manejo das Ocorrências de Florações e Estratégias de Monitoramento

No livro do Ministério da Saúde (1978), é citada uma referência (Rounsefell & Nelson) que relaciona métodos para “prevenção” (sic) de “maré vermelha”, com o seguinte teor:

- “aumentar e manter elevada a concentração de metais pesados na água do mar;
- “manter em nível baixo a concentração de nutrientes, controlando os efluentes, inclusive esgotos (*Gymnodinium* aparentemente pode crescer em meios pobres em nutrientes);
- “regular o fluxo dos rios para evitar as condições ideais para o ‘boom’;
- “estimular, por meio de fertilizantes, a multiplicação de organismos competidores;
- “alterar fisicamente o ‘habitat’ por meio de construção de barreiras submarinas.”

Além de conter recomendações totalmente absurdas, alguns dos métodos são obviamente inviáveis do ponto de vista econômico, ou mesmo ecológico, pelas alterações que poderiam resultar.

Assim, ao considerar medidas de manejo, deve-se analisar a viabilidade econômica e as possíveis consequências em cada caso, para selecionar as mais adequadas.

Segundo CETESB (1983), em reunião sobre “Programas de Monitoramento e Epidemiologia”, durante a 2ª Conferência Internacional sobre Dinoflagelados Tóxicos, em novembro de 1978, da qual participaram representantes do Japão e de vários países das Américas do Norte e Sul e da Europa, foram discutidos, entre outros assuntos, os procedimentos a serem seguidos quando se detecta uma maré vermelha, por meio de monitoramento ambiental ou pela ocorrência de casos suspeitos de intoxicação humana. Embora nessa reunião não se tenha discutido especificamente os procedimentos quando de ocorrências detectadas na observação de mortandade de peixes, o consenso dos especialistas foi de que várias providências básicas deveriam ser tomadas. Essas medidas, acrescidas e complementadas por outros dados bibliográficos, são as seguintes:

- notificar todos os órgãos relacionados direta ou indiretamente à saúde pública;
- cientificar os médicos quanto aos sintomas de intoxicação e medidas profiláticas, pois, sendo rara, a doença é muito pouco conhecida;
- relatar os casos à autoridade de saúde pública mais próxima;
- alertar a população, pelos meios de comunicação, sobre os perigos que o consumo de moluscos coletados na área afetada pode acarretar;
- avisar os comerciantes, distribuidores e restaurantes, bem como a população, que os moluscos contaminados não podem ser identificados pela aparência, gosto e cheiro, e que nem o cozimento é suficiente para eliminar as toxinas de dinoflagelados;

- interditar a área afetada durante o fenômeno, impedindo o uso recreacional;
- controlar a pesca e a captura de moluscos e crustáceos;
- indicar e definir laboratórios, com pessoal treinado e equipado, para atender as ocorrências;
- liberar a área após verificação de que a ameaça não mais existe. Em média, o período de interdição é de 30 a 45 dias e os ensaios toxicológicos devem continuar mesmo após o desaparecimento da mancha.

Além dessas, outras providências de caráter geral foram sugeridas, a saber:

- proceder a vôos rotineiros, a fim de se verificar o desenvolvimento da "maré vermelha", bem como das mortandades de peixes e aves aquáticas;
- esclarecer o público, para evitar pânico, por intermédio da imprensa;
- distribuir folhetos explicativos;
- apresentar aos médicos, principalmente, filme sobre os sintomas da doença provocada pelo fenômeno;
- demarcar pontos representativos para coleta de amostras, considerando fatores oceanográficos, a configuração da costa, fatores hidrográficos como direção e complexidade das correntes, áreas de ressurgência e outros.

As conseqüências de uma floração tóxica dependem, obviamente, de sua intensidade e extensão. Em se tratando de fenômeno natural e recorrente, cujo número de ocorrências parece estar se intensificando em todo o mundo, principalmente nos últimos 15 a 20 anos, pode-se considerar as conseqüências do fenômeno sob vários aspectos.

As "marés vermelhas" tóxicas, como já foi mencionado, podem causar desde leves irritações até a morte rápida por paralisia respiratória, constituindo, portanto, grave problema de saúde pública.

Para se entender a gravidade do problema, devem ser lembradas as primeiras florações ocorridas em certos países da América do Sul. Em 1972, nas costas do Chile, o fenômeno causou a morte de três pescadores; em 1976, na costa da Venezuela, a floração tóxica provocou a morte de sete crianças e a intoxicação de 200 pessoas; e, no Brasil, em abril de 1978, causou distúrbios respiratórios leves em algumas pessoas (CETESB, 1983).

As conseqüências à saúde pública, no entanto, como já foi exemplificado anteriormente, dependem, de um lado, da espécie do organismo presente e das toxinas que este produz, e de outro, da capacidade dos órgãos competentes de localizar e identificar o fenômeno a tempo, na medida que estejam aparelhados e tenham autonomia para tomar as devidas providências. Nesse caso, uma série de variáveis está em jogo nesse processo:

- imprevisibilidade do fenômeno - este colhe a todos de surpresa, obrigando os órgãos a uma série de atitudes caracterizadas como "atendimento a emergência";
- desinformação - grande parte da classe médica não possui conhecimentos básicos quanto aos sintomas da intoxicação e aos cuidados para o tratamento, havendo

ainda falta de materiais, drogas e reagentes para a profilaxia;

- fator sócio-econômico - a suspensão preventiva da pesca e da coleta de moluscos bivalves nas regiões afetadas gera grandes manifestações de desagrado por parte da comunidade que vive do pescado e de sua comercialização. Em geral, esse fato é agravado pela demora na identificação das espécies presentes na mancha, se são potencialmente tóxicas e se os moluscos estão ou não contaminados. Novamente, sob este aspecto, a gravidade das conseqüências depende da região onde o fenômeno ocorreu, sua duração, extensão e natureza. Em países como o Japão, Espanha, Canadá, os prejuízos são imensos, afetando até a exportação desses produtos.

As "marés vermelhas", com a detecção ou não dos dinoflagelados, já afetaram também áreas de aquíicultura (peixes, ostras e mariscos), em vários países.

As medidas que necessitam ser tomadas, dependendo da extensão das conseqüências sócio-econômicas e sobre a saúde pública, podem envolver ações não apenas no âmbito local ou estadual, mas também no âmbito nacional e internacional, podendo gerar situações delicadas na esfera política. A imprevisibilidade do fenômeno em muitas regiões do mundo, o despreparo para enfrentá-lo de maneira global, principalmente em locais onde ocorreu uma única vez ou esporadicamente, as conseqüências diretas da ocorrência, as ações tomadas pelos órgãos competentes, bem como eventuais omissões, constituem terreno fértil para a exacerbação de antagonismos políticos e pessoais. Às vezes, devido à superposição e mesmo à falta de definição de competências ou de coordenação, pode se criar um clima politicamente tenso entre os órgãos envolvidos no manejo da ocorrência.

A "maré vermelha", devido às alterações ambientais, ainda que seja um fenômeno natural, pode levar, como já foi enfatizado, a conseqüências drásticas, tais como a mortandade de peixes, aves aquáticas, camarões e outros organismos marinhos. As regiões costeiras podem ficar atulhadas de peixes, que necessitam ser recolhidos pelas autoridades locais e dispostos adequadamente.

Nas áreas onde o fenômeno se repete periodicamente, pode haver um significativo impacto sobre as populações de determinadas espécies, pois organismos de várias idades são atingidos, incluindo as formas jovens.

Observa-se, pois, que manejar e viabilizar ações para contornar ou minimizar os impactos ambientais e sócio-econômicos, quando da ocorrência desses episódios, é uma tarefa difícil e extremamente delicada.

De qualquer modo, a maior preocupação nos episódios de "maré vermelha", como se depreende, prende-se ao fato dela poder ou não estar associada a impactos ambientais, mas implica sempre a economia e traz, também, perigo de intoxicação a seres humanos.

Uma vez que, por se tratar de um fenômeno natural e aleatório, nada pode ser feito para evitar a mortandade

de peixes e outros organismos marinhos, resta aos órgãos de controle ambiental e de manutenção da saúde evitar que intoxicações alimentares causadas pelo consumo de moluscos bivalves contaminados possam ocorrer em seres humanos.

Como já foi mencionado, o estabelecimento das medidas de controle deve ser efetivado por órgãos que tenham autoridade legal necessária para fazer valer as ações regulamentares. Assim, é preciso enfatizar que as autoridades competentes devem seguir as recomendações antes indicadas.

Estratégia de Monitoramento

1) Contar com especialistas adequadamente treinados na identificação de organismos fitoplantônicos, assim

como de toxinas de dinoflagelados;

2) manter uma rede de monitoramento em áreas onde existe periodicidade de ocorrência de florações, quanto aos parâmetros:

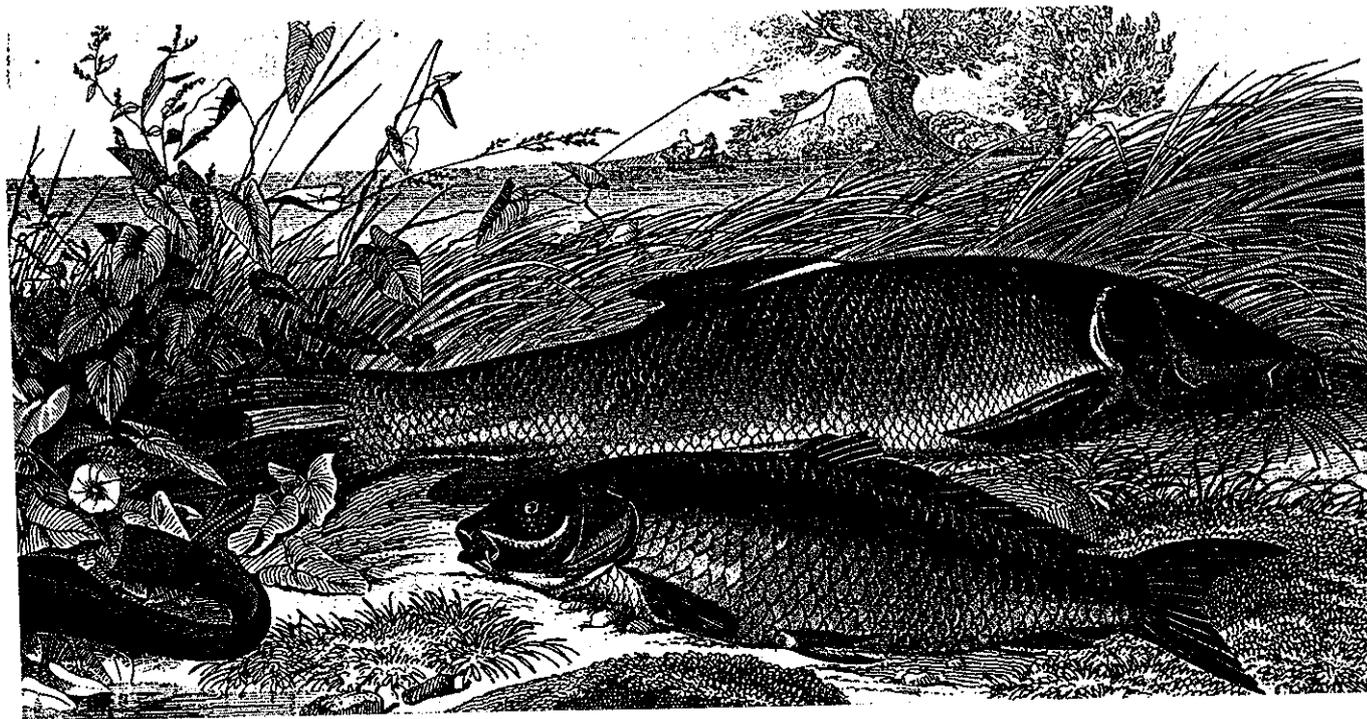
- temperatura/salinidade (estratificação/estabilidade)
- penetração de luz
- nutrientes (N_{total} , NH_3 , NO_3 , P_{total} , PO_4)
- oxigênio dissolvido
- fitoplâncton
- clorofila-a
- zooplâncton

3) utilizando dados de série seqüencial das áreas em monitoramento, tentar estabelecer um modelo para previsão de ocorrência de florações, a fim de proceder às estratégias de manejo da situação.

Referências Bibliográficas

- AVARIA, S. Red tides off the coast of Chile, p. 161-164. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- BALBRIDGE, H.D. Temperature patterns in the long-range prediction of ride tide in Florida waters, p. 69-79. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- BENON, P.; BLANC, F.; BOURGADE, B.; DAVID, P.; KANTIN, R.; LEVEAU, M.; ROMANO, J.C. & SAUTRIOT, D. Impact de la pollution sur un écosystème méditerranéen côtier. II. Relations entre la composition spécifique des la populations phytoplanctoniques et les taux de pigments et de nucléotides adényliques (ATP, ADP, AMP). *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 62 (5): 631-648, 1977.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Um agravo inusitado à saúde*, Ministério da Saúde, 1978, 279 p.
- CARNEIRO, H. As algas assassinas no Mar do Norte. *Rev. Geogr. Universal* (165), agosto de 1988, p. 94-98, 1988.
- CETESB, São Paulo. *Avaliação do potencial de ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo*. São Paulo, CETESB, Relatório Técnico. 1980. 45p., + anexos.
- _____. *Relatório sobre a ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo, em agosto de 1983*. São Paulo, CETESB, Relatório Técnico. 1983. 88 p.
- FIEDLER, P.C. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae). *Limnol. Oceanogr.* 27 (5): 961-965, 1982.
- FREITAS, J.C. de & LUNETTA, J.E. Ocorrência de maré vermelha na costa do Estado do Rio de Janeiro. *Ciênc. Cult.*, 34 (8): 1059-1061, 1982.
- GHAZAROSSIAN, V.E.; SCHANTZ, E.J.; SCHNOES, H.K. & STRONG, F.M. Identification of a poison in toxic scallops from a *Gonyaulax tamarensis* red tide. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 59: 1219-1225, 1974.
- HARTWELL, A.D. Hydrographic factors affecting the distribution and movement of toxic dinoflagellates in the Western Gulf of Maine, p. 47-68. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- HEMMERT, W.H. The public health implications of *Gymnodinium breve* red tides, a review of the literature and recent events, p. 489-497. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- HUGHES, J.M. Epidemiology of shellfish poisoning in the United States, 1971-1977, p. 23-28. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- IWASAKI, H. The physiological characteristics of neritic red-tide dinoflagellates, p. 95-100. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- JOYCE Jr., E.A. & ROBERTS, B.S. Florida Department of Natural Resources - Red Tide Research Program, p. 95-103. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *Internacional Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- LoCICERO, V.R. (ed.), *Internacional Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- LUTHY, J. Epidemic Paralytic Shellfish Poisoning in Western Europe, 1976, p. 15-22. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MAHONEY, J.B. & STEIMLE, F.W., Jr. A mass mortality of marine animals associated with a bloom of *Ceratium tripos* in the New York Bight, p. 225-230. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MENDIOLA, B.R. Red tide along the Peruvian Coast, p. 183-190. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MULLIGAN, H.F. Oceanographic factors associated with New England

- red tide blooms, p. 23-40. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- PRAKASH, A. Dinoflagellate Blooms - an overview, p. 1-6. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- PRAKASH, A.; MEDCOF, J.C. & TENNANT, A.D. Paralytic Shellfish Poisoning in Eastern Canada. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, 177: 1-87, 1971.
- PROVASOLI, L. Recent progress, an overview, p. 1-14. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- QUAYLE, D.B. Paralytic Shellfish Poisoning in British Columbia. *Bull. Fish. Res. Bd Canada* 168: 1-68, 1969.
- QUICK, J.A. & HENDERSON, G.E. Evidences of new ichthyotoxicative phenomena in *Gymnodinium breve* red tide, p. 413-422. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- ROBERTO, S. & NAVAS-PEREIRA, D. Occurrence of *Mesodinium rubrum* (Lohmann) (Ciliophora) in the North Coast of S. Paulo State, Brazil. *An. Sem. Reg. Ecol. IV*: 311-335, 1984. S. Carlos, SP.
- ROSA, Z.M. & BUSELATO, T.C. Sobre a ocorrência de floração de *Gyrodinium aureolum* Hulburt (Dinophyceae) no Litoral Sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Ser. Bot.*, Porto Alegre (RS), 28: 169-179, 1981.
- SCHANTZ, E.J.; GHAZAROSSIAN, V.E.; SCHNOES, H.K. & STRONG, F.M. Paralytic poisons from marine dinoflagellates, p. 153-162. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn., Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- SHIMIZU, Y. Dinoflagellate toxins, p. 1-41. In: *Marine Natural Products*. New York, Academic Press Inc., 1978, vol.1.
- _____ Developments in the study of Paralytic Shellfish Toxins, p. 321-326. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- SHIMIZU, Y.; ALAM, M. & FALLON, W.E. Purification and partial characterization of toxins from poisonous clams, p. 275-285. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975a, 541 p.
- SHIMIZU, Y.; ALAM, M.; OSHIMA, Y. & FALLON, W.E. Presence of four toxins in red tide infested clam and cultured *Gonyaulax tamarensis* cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 66 (2): 721-737, 1975b.
- STEIDINGER, K. & WILLIAM, J. *Memoirs of the Hourglass Cruises*. Marine Research Laboratory, Florida Department of Natural Resources Publ. 2: 1-250, 1970.
- SWEENEY, B.M. The organisms: opening remakers, p. 37-40. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- TAKAHASHI, M. & FUKASAWA, N. A mechanism of red tide formation. 2. Effect of selective nutrient stimulation on the growth of different phytoplankton species in natural water. *Mar. Biol.* 70 (3): 267-274, 1982.
- TOMMASI, L.R. Maré vermelha. *Ciênc. Cult.*, 37 (10): 1599-1605, 1985.
- TOMMASI, L.R. & NAVAS-PEREIRA, D. Nota sobre a ocorrência de florescimentos de diatomáceas na Baía de Santos (SP) e adjacências (Estado de São Paulo, Brasil). *Ciênc. Cult.*, 35 (4): 507-512, 1983.
- U.S. Environmental Protection Agency. *Quality Criteria for Water*. U.S.E.P.A., Washington, D.C., 1976. 501 p.



Incorporação de resíduo em tijolos de cerâmica

Luzia Mitiko Saito¹

RESUMO - O presente artigo refere-se a um estudo apresentado à CETESB sobre um método alternativo para a destinação de resíduo oleoso proveniente de processo de perfuração de poços de exploração de gás natural em águas oceânicas do litoral paulista. Este método resume-se na incorporação do resíduo em questão na massa utilizada para a produção de tijolos cerâmicos de vedação. O artigo cita procedimentos e critérios adotados pela CETESB para a condução desse estudo, assim como as análises e testes solicitados e suas metodologias.

Palavras-chave: Co-processamento de resíduos, incorporação de resíduos, resíduos em tijolos cerâmicos, resíduo oleoso, teste de queima em co-processamento.

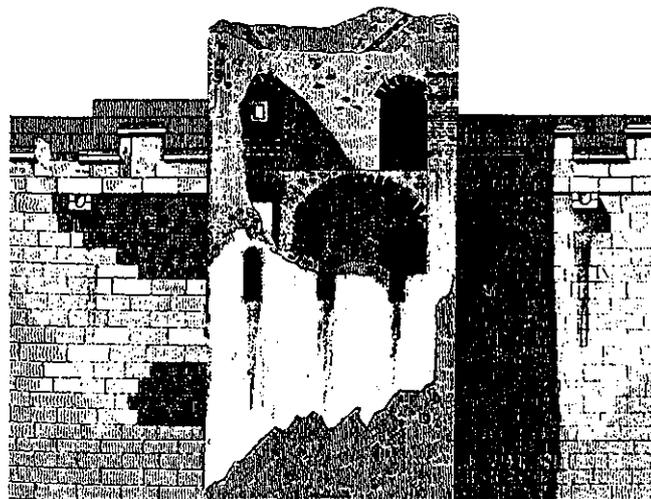
ABSTRACT - This matter describes the procedures and criteria adopted by CETESB - São Paulo State Environmental Protection Agency for conducting alternative waste disposal method study. This study is respecting to incorporation of oily waste from natural gas exploration wells in the Ocean into the ceramic bricks. Trial burn was carried out with CETESB's technical staff in attendance. It includes the methodologies utilized for stack emission sampling and waste and bricks analysis.

Key-words: Cofiring, waste incorporation, waste in ceramic bricks, oily waste, trial burn in co-processing.

Com a evolução das tecnologias de produção, a quantidade de resíduos proveniente da atividade industrial tem aumentado de forma considerável.

Dentre uma grande variedade de resíduos, existem aqueles cuja disposição em aterros não é aceitável. É o caso dos inflamáveis, oleosos e orgânicos persistentes, os quais requerem a incineração como tipo mais adequado de tratamento.

Entretanto, a incineração desses resíduos, contendo muitas vezes quantidades significativas de materiais inorgânicos, gera grandes quantidades de cinzas, que deverão ser dispostas em locais apropriados.



A Pecten do Brasil Exploration Co. apresentou um estudo à CETESB, propondo um método alternativo para a destinação de resíduos oleosos provenientes do processo de perfuração de poços de exploração de gás natural em águas oceânicas do litoral paulista (Campo de Merluza, na Baía de Santos). A proposição deste estudo resume-se à incorporação do citado resíduo (5% em peso) na massa utilizada para a produção de tijolos cerâmicos de vedação (tijolos furados).

Conforme as informações técnicas fornecidas pela Pecten, os estudos para a destinação desses resíduos foram iniciados em 1989, sendo os primeiros ensaios realizados em uma cerâmica de Itaboraí, Rio de Janeiro, em novembro do mesmo ano. Em São Paulo, os primeiros testes tiveram início em 1990, envolvendo três cerâmicas da região de Campinas.

¹ - Engenheira do Setor de Controle de Poluição Industrial do Interior, CETESB.

Procedimentos Adotados pela CETESB

Atualmente, a viabilidade da utilização de fornos industriais no processamento de resíduos está sendo analisada caso a caso, mediante a apresentação de um plano de trabalho, o qual deverá considerar todos os aspectos ambientais envolvidos. Esse plano deverá conter informações que possibilitem a avaliação do estudo e que sejam concernentes às características do resíduo, ao processo industrial inerente ao forno a ser utilizado, assim como ao processo que gera o resíduo e à forma de execução do trabalho em termos de taxa de introdução do resíduo, condições operacionais, armazenamento, treinamento de pessoal e medidas emergenciais.

Os requisitos fundamentais para a utilização de caldeiras ou de fornos industriais para queima de resíduos sólidos são os seguintes:

a) O equipamento a ser utilizado deverá apresentar condições operacionais adequadas para o fim a que é destinado, e deverá atender às exigências técnicas e/ou parâmetros de condicionamento fixados pela CETESB (no caso da inexistência desses parâmetros, as emissões resultantes da queima de resíduos não deverão ultrapassar os níveis de "background". Entende-se por níveis de "background", os teores de poluentes existentes no ar ambiente).

b) O acréscimo das emissões provenientes da queima de resíduos em caldeiras ou fornos industriais não deve ser significativo. Para sua avaliação deverão ser considerados os seguintes aspectos:

- análise de risco que considere os valores de dispersão, receptores locais e efeitos toxicológicos; e
- detectabilidade dos contaminantes nos gases da chaminé.

c) A qualidade do produto final (no caso de fornos industriais) deverá ser tal, que não venha a causar qualquer dano ao meio ambiente a curto, médio e longo prazos.

Caso o plano seja aprovado, será autorizada a realização de testes de queima, os quais se referem à queima experimental onde se verificará o atendimento aos padrões de desempenho e as condições operacionais do forno. Esses testes são realizados em duas etapas, a saber: a primeira, denominada "teste em branco", na qual a queima é realizada sem o resíduo para a avaliação das condições operacionais do equipamento, bem como do atendimento às exigências técnicas e/ou aos parâmetros de condicionamentos fixados pela CETESB; e a outra com a utilização do resíduo. As amostragens dos gases da chaminé, assim como a coleta de amostras do resíduo e do material produzido, são realizadas durante os testes, com o acompanhamento de técnicos da CETESB.

Tendo em vista que a validade desses testes é efetiva apenas quando realizados com o acompanhamento de técnicos da CETESB, o interessado deverá apresentar à empresa o plano de teste de queima com antecedência de pelo menos três semanas. Esse plano deverá conter informações referentes às condições

operacionais do forno, parâmetros a serem monitorados, frequência de coleta, metodologias de coleta e de análises, tipos e características de amostradores, pontos e formas de coleta das amostras, e as planilhas para o acompanhamento dos testes em branco e com o resíduo. A autorização para os testes de queima com resíduos somente será concedida após aprovação dos resultados dos testes em branco, sendo que o transporte de resíduos será autorizado em quantidades suficientes para a realização dos mesmos. Caso os resultados dos testes em branco forem desfavoráveis, fica proibida a queima de qualquer resíduo, até que o equipamento apresente condições adequadas para o fim a que se destina.

Com relação aos resultados dos testes de queima, o interessado deverá apresentar à CETESB um relatório contendo pelo menos as seguintes informações:

- objetivo do teste;
- vazão do combustível auxiliar e suas características;
- condições operacionais reais;
- resultados de análises pertinentes ao teste;
- descrição dos procedimentos utilizados para coleta de amostras;
- metodologias de análise utilizadas para determinação de cada parâmetro, com a indicação do limite de detecção do método;
- descrição sucinta da metodologia de controle de qualidade utilizada na amostragem e na análise;
- planilha de campo das amostragens de chaminé; e
- discussão dos resultados.

A autorização, para o processamento de resíduos em equipamentos industriais, dependerá dos resultados dos testes de queima com resíduos e da qualidade do produto final.

Critério Utilizado pela CETESB no Estudo da Pecten

O estudo da Pecten do Brasil Co. foi avaliado com base nos procedimentos anteriormente mencionados, sendo que à Cerâmica A foram solicitadas análises conforme ilustrado na Tabela 1.

Por ocasião da visita à Cerâmica B, foi constatada a inexistência de chaminé, e as emissões provenientes desse forno eram lançadas ao nível do solo. Por esse motivo, foi solicitada e instalada uma chaminé definitiva.

No caso das indústrias cerâmicas, essas fontes não são consideradas prioritárias no Estado de São Paulo e, no presente momento, não existem parâmetros de condicionamentos fixados pela CETESB. Assim sendo, foi efetuada uma comparação entre as emissões normais de produção e as com a introdução de resíduo.

De uma maneira geral, a quantidade de resíduo gerado é superior à demanda de uma cerâmica. Isto quer dizer que uma cerâmica não é suficiente para consumir todo o resíduo disponível.

Entretanto, ainda que os resultados dos testes de queima em uma cerâmica sejam favoráveis, é imprescindível a realização de testes em cada uma das outras

Tabela 1 - Análises e testes efetuados na cerâmica A.

RESÍDUO (OBMC)	ARGILA	TIJOLOS SEM RESÍDUO	TIJOLOS COM RESÍDUO	CHAMINÉ
<p>Análise na amostra bruta: densidade, inflamabilidade, pH, óleos e graxas, fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Cr, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, sulfatos e cloretos.</p> <p>Teste de lixiviação: fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Cr, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p> <p>Teste de solubilização: pH, óleos e graxas, fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p>	<p>Análise na amostra bruta: pH, óleos e graxas, fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Cr, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, sulfatos e cloretos.</p>	<p>Análise na amostra bruta: resistência à compressão e absorção de água.</p> <p>Teste de lixiviação: fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Cr, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p> <p>Teste de solubilização: pH, óleos e graxas, fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p>	<p>Análise da amostra bruta: resistência à compressão e absorção de água.</p> <p>Teste de lixiviação: fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Cr, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p> <p>Teste de solubilização: pH, óleos e graxas, fenol, amônia, Pb, Fe, Cd, Zn, Ba, As, Mn, Hg, fluoretos, nitratos, cloretos, sulfatos e dureza.</p>	<p>Teste em branco: material particulado, Cr, Pb, HCl, e Cl₂ (3 corridas por parâmetro).</p> <p>Teste com resíduo: material particulado, Cr, Pb, HCl e Cl₂ (3 corridas por parâmetro).</p>

cerâmicas, mesmo que seus processos sejam idênticos, tendo em vista os seguintes aspectos:

- não há nenhuma garantia de que o desempenho dos fornos em todas as cerâmicas seja exatamente o mesmo;
- considerando que as instalações são semi-automatizadas, as condições operacionais não serão as mesmas, variando conforme a forma de alimentação, dimensionamento dos fornos, tempo de permanência dos tijolos nos fornos, o pessoal operacional, características do projeto e construção dos fornos, dutos de tiragem e chaminé;
- inexistência de dados acerca dos níveis de "background" nas diversas regiões onde estão localizadas as cerâmicas; e,
- estatisticamente, um dado é insuficiente para se criar uma certeza sobre as prováveis interferências no meio ambiente, sendo, portanto, necessário um maior número de medições.

Todavia, alguns parâmetros foram excluídos dos testes subsequentes. A eliminação de certos parâmetros teve como base teores inferiores aos limites de detecção do método analítico usado e teores cujos níveis foram considerados aceitáveis em termos ambientais.

Métodos Empregados

A amostragem do resíduo foi realizada conforme a norma NBR - 10.007. - Amostragem de Resíduos, e a sua caracterização por meio de ensaios de lixiviação e de solubilização, segundo as normas NBR - 10.005 e NBR - 10.006, respectivamente, além de análises de sua massa bruta. As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam os métodos analíticos utilizados.

Com relação à amostragem de chaminé, as metodologias empregadas são aquelas adotadas pela CETESB, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 2 - Análises na massa bruta.

PARÂMETROS	MÉTODOS DE ANÁLISE
Óleos e graxas	Gravimétrico
Fenóis	Amino Antipirina
Cianetos, nitratos, As e CrVI	Colorimétrico
Cloretos	Titulométrico
Sulfatos	Turbidimétrico
Fluoretos	Íon seletivo
Pb, V, Se, Ba e Cr	DN-H ₂ O ₂ -HCl-AA*
Hg	DPP-GV-AA**
Benzeno	Cromatografia

*DN-H₂O₂-HCl-AA = Digestão nítrica - peróxido de hidrogênio - ácido clorídrico - absorção atômica.

**DPP-GV-AA = Digestão permanganato de potássio - gerador de vapor - absorção atômica.

Tabela 3 - Teste de lixiviação (NBR- 10.005).

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE
Fluoretos	Íon seletivo
Cloretos	Titulométrico
Pb, Cr (total), Ba, Cd	DN-AA*
Hg	DPP-GV-AA**
As	Colorimétrico

*DN-AA = Digestão nítrica - absorção atômica.

**DPP-GV-AA = Digestão permanganato de potássio - gerador de vapor - absorção atômica.

Tabela 4 - Teste de solubilização (NBR - 10.006).

PARÂMETROS	MÉTODOS DE ANÁLISE
Fenóis	Amino antipirina
Cianetos e As	Colorimétrico
Sulfatos	Turbidimétrico
Fluoretos	Íon seletivo
Cloretos e dureza	Titulométrico
Pb, Cr (total), V, Cd, Fe (total), Mn, Zn, Ba	DN-AA*

*DN-AA = Digestão nítrica - absorção atômica.

Tabela 5 - Métodos relativos à amostragem de chaminé.

ÍTEM	MÉTODOS
Pontos de amostragem em dutos ou chaminé de fontes estacionárias	L9.221 - CETESB
Determinação da velocidade e vazão dos gases	L9.222 - CETESB
Determinação da massa molecular seca e do excesso de ar do fluxo gasoso	L9.223 - CETESB
Determinação da umidade dos efluentes	L9.224 - CETESB
Determinação de material particulado	L9.225 - CETESB
Determinação de dióxido de enxofre	L9.226 - CETESB
Determinação de dióxido de enxofre, trióxido de enxofre e ácido sulfúrico	L9.228 - CETESB
Determinação de ácido clorídrico e cloro	L9.231 - CETESB

Os equipamentos utilizados na amostragem de efluentes gasosos foram calibrados na CETESB, segundo a norma E16.030 - CETESB. A Tabela 6 apresenta as metodologias empregadas para a verificação da qualidade dos tijolos.

Tabela 6 - Métodos de avaliação da qualidade do tijolo.

ENSAIO	MÉTODOS
Massa e absorção de água	NBR - 8947
Dimensões, desvio em relação ao esquadro e plano das faces	NBR - 7171
Área líquida	NBR - 8043
Resistência à compressão	NBR - 6461
Toxicidade aguda com <i>Photobacterium phosphoreum</i>	Manual da Beckman (USA - 1982)

Discussão dos Resultados

Para a avaliação da viabilidade de incorporação de um resíduo na massa de tijolos, é importante que seja verificada a não alteração da qualidade do meio ambiente, bem como da qualidade dos produtos em função da mistura.

Com relação às emissões atmosféricas, não ocorreram alterações significativas entre as provas em branco e as com a utilização do resíduo, sendo que os resultados das amostragens em chaminé indicaram uma redução de material particulado nos testes com o resíduo.

O resíduo gerado pela Pecten contém teores elevados de cloretos, uma vez que faz parte da sua composição a areia do mar. Dessa forma, foi verificada a emissão de HCl, a qual não foi detectada nos ensaios em branco, como era de se esperar. Os testes com resíduo revelaram dados que atendem ao padrão adotado de 1,8kg/h de HCl, estabelecido na norma NBR - 1265 - Incineração de Resíduos Perigosos - Padrões de Desempenho. Cabe ressaltar que este valor foi adotado como referência, tendo em vista a não disponibilidade de padrões aplicáveis às cerâmicas.

No que se refere à análise de metais pesados, tais como cromo e chumbo, no material particulado, observou-se discrepância nos resultados de algumas amostragens, possivelmente, em decorrência das características da argila que variam dependendo de sua

procedência. Entretanto, a maioria dos resultados indicou valores que se encontram dentro do limite constante na norma anteriormente mencionada, de 7 mg/Nm³, corrigido a 7% de O₂, também utilizado como referência.

Quanto à qualidade dos tijolos contendo resíduo, todos os parâmetros analisados nos ensaios de lixiviação apresentaram valores inferiores aos limites constantes na norma NBR - 10.004 - Resíduos Sólidos - Classificação. Os ensaios referentes à absorção de água indicaram valores que se encontram dentro da faixa de 8 a 25%. Com relação à resistência à compressão, os resultados dos testes com o resíduo indicaram valores superiores em comparação com os tijolos normais. Além desses ensaios, foram realizados os testes de Microtox, para verificar a possibilidade de toxicidade aguda frente à cultura de *Photobacterium phosphoreum*, sendo as amostras com resíduo consideradas não tóxicas.

Conclusão

Resíduos sólidos constituem um tema bastante amplo, tendo em vista a grande variedade de tipos de resíduos, cujas características divergem conforme a atividade industrial, as matérias-primas empregadas, os processos de produção, formas de tratamento e outros fatores. Muitas vezes, os estudos e as experiências internacionais servem de base para a condução de um trabalho; entretanto, é importante que seja considerada a realidade local, no presente caso a região de Campinas, no Estado de São Paulo.

Os testes realizados permitem mencionar alguns aspectos positivos a seguir apontados:

- adequação dos fornos em uma das cerâmicas, com a instalação de uma chaminé, onde as emissões até então eram lançadas ao nível do solo;
- redução no consumo de combustível (lenha) com o uso do resíduo na massa do tijolo e conseqüente diminuição das emissões de material particulado;
- aumento da resistência à compressão dos tijolos contendo resíduo, em comparação com os tijolos normais; e,
- destinação adequada do resíduo gerado pela Pecten.

Do ponto de vista operacional é importante que se considerem sempre os seguintes aspectos:

- o transporte de resíduo à cerâmica deverá ser autorizado apenas em quantidades suficientes para o uso nos testes;
- a seleção da cerâmica deverá ser feita em função da localização, e o seu processo industrial deverá ser o mais automatizado possível; e,
- caso haja necessidade de mais de uma cerâmica, dependendo da demanda, mesmo que os resultados sejam favoráveis, é necessário que se realize o teste de queima em cada uma delas.

Esta experiência contribuiu para abrir novos horizontes dentro das limitações atuais do desenvolvimento

de tecnologias para a destinação de resíduos, procurando-se soluções alternativas que levem em conta critérios técnicos e bom senso.

Existe sempre uma dinâmica em tudo que se refere à tecnologia, e o que se fez de melhor, hoje, poderá se

tornar alvo de crítica no futuro. Entretanto, permanecerá a certeza de se obter um bom fruto, quando o gerador do resíduo, a empresa prestadora de serviços e o órgão de meio ambiente se unirem com o propósito único de proteger o meio ambiente.

Referências Bibliográficas

Relatório 69/10/90 - Hidroquímica Engenharia e Laboratórios - Outubro de 1990.

Associação das Cerâmicas Vermelhas de Itú e Região - ACERVIR - Certifica-

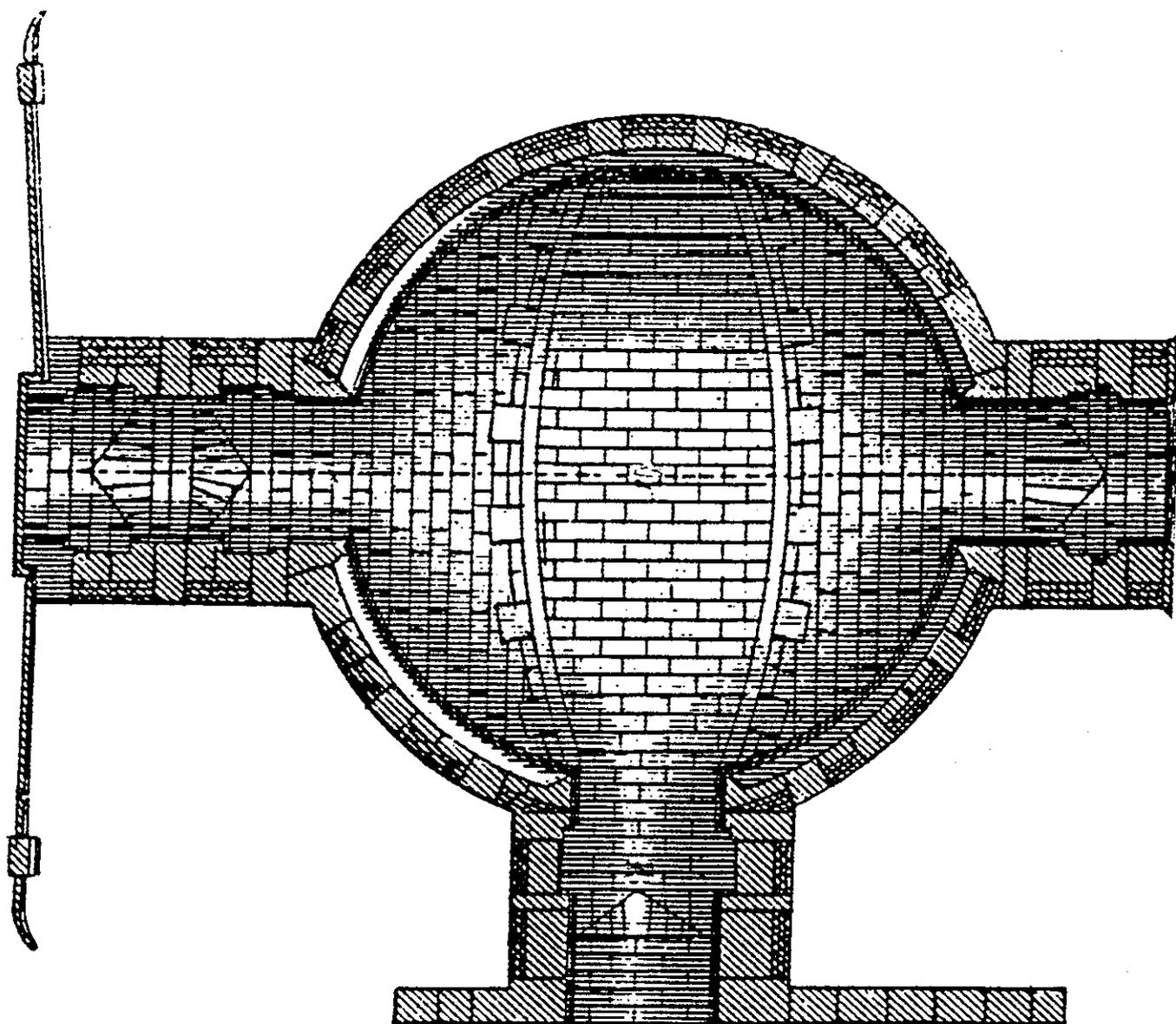
do nº 000.541.

Associação das Cerâmicas Vermelhas de Itú e Região - ACERVIR - Certificado nº 000.542

Relatório 119/11/91 - Hidroquímica

Engenharia e Laboratórios - Novembro de 1991.

Relatório 105/08/91 - Hidroquímica Engenharia e Laboratórios - Agosto de 1991.



Destox inova tratamento de resíduo organotóxico

Paulo Modesto Filho¹

RESUMO - Com o objetivo de destruir, por via biológica, compostos organotóxicos e/ou recalcitrantes, um novo conceito foi desenvolvido: o conceito Destox. Este conceito, integrando processos biológicos e reator, foi aplicado para investigar a destruição de uma mistura tóxica de cerca de 30 compostos organoclorados. Neste artigo são apresentados os resultados parciais de descloração (cloro orgânico a cloreto mineral) da mistura tóxica por um consórcio microbiano, constituído a partir de uma comunidade metanogênica em um reator de leito estacionário. Após uma progressiva aclimação das populações fermentativa, acetogênica e hidrogenotrófica, foi observada uma progressiva descloração da mistura tóxica. A diferença de concentrações de cloreto mineral, entre efluente e afluente, demonstra uma descloração de 45% da mistura tóxica pelo consórcio microbiano aclimatado.

Palavras-chave: Compostos organotóxicos, organoclorados, conceito Destox, descloração, consórcio microbiano.

ABSTRACT - With the objective of destruction of organic toxic or recalcitrant compounds by microbial anaerobic community, the Destox concept has been initiated. This paper reports the application of the concept to a toxic mixture of about 30 polychlorinated aliphatic compounds and presents the results of partial dechlorination by a microbial consortium constructed from a methanogenic community in a fixed-film stationary-bed reactor. After a progressive acclimation of the fermentative, the acetogenic and the hydrogenotrophic populations, one observes a progressive dechlorination of the toxic mixture. Mineral chloride concentration differences between influent and effluent demonstrated a 45% dechlorination of the toxic mixture by the acclimated microbial consortium.

Key-words: Organic toxic compounds, polychlorinated aliphatic compounds, Destox concept, dechlorination, microbial consortium.

Indústrias de transformação induzem, em geral, agressões ao meio ambiente, subseqüentes à sua produção ou pelos rejeitos da utilização de seus produtos. Isto implica que essas indústrias disponham de técnicas que permitam assegurar a recuperação e/ou eliminação desses produtos. Entre os produtos suscetíveis de serem rejeitados, encontram-se moléculas que têm a reputação de ser tóxicas (Keith e Telliard, 1979), provenientes de uma variedade de fontes (Kringstad e Lindstrom, 1984; Westrich *et al.*, 1984), em geral ligadas diretamente a processos industriais.



Os compostos organoclorados são um exemplo típico, pois têm a reputação de ser tóxicos aos organismos vivos (Jolley *et al.*, 1978). Por causa da sua persistência em um meio ambiente natural (Davis e Speicher, 1980), esses compostos se acumulam em solos e sedimentos e contaminam águas superficiais e subterrâneas.

Existem algumas técnicas físico-químicas para eliminação desses compostos; entre elas, a hidrogenação catalítica e a incineração em alta temperatura. Por outro lado, o estabelecimento de uma política de incitação ao desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e mais atrativas do ponto de vista econômico se mostra necessário.

Entretanto, é bem conhecido que um certo número de compostos reputados tóxicos é suscetível de degradação por via biológica, tanto aeróbia quanto anaeróbia (Rossi, 1983). Os mecanismos requeridos para a degradação biológica de alguns desses compostos são já conhecidos (Dagley, 1972; Evans, 1977; Matsumura e Benezet, 1978).

¹ - Professor-adjunto Doutor, Departamento de Engenharia Sanitária/FTEN, Universidade Federal de Mato Grosso.

Até aqui, a maior parte dos estudos apresentados trata da utilização de culturas puras de microorganismos e moléculas tóxicas isoladas (Chu *et Kirsch*, 1972; Gibson, 1978; Alexander, 1981; Jacobson *et al.*, 1991). Outros trabalhos abordam a necessidade de uma comunidade microbiana heterogênea para degradar tóxicos ou mistura de tóxicos (Sufliata *et al.*, 1982; Bouwer e McCarty, 1983; Belay e Daniels, 1987).

Com o objetivo de investigar a destruição de compostos organotóxicos e/ou recalcitantes por uma população microbiana, uma nova estratégia vem sendo desenvolvida: o emprego de reatores biotecnológicos capazes não só de alojar o processo biológico escolhido, mas também suscetíveis de conduzir e de influenciar a performance da degradação desses compostos pelos microorganismos (Modesto Filho, 1991). Neste artigo, são apresentados os resultados parciais de descloração por um consórcio metanogênico, de uma mistura de cerca de 30 compostos organoclorados em um reator a leito estacionário (suporte fixo), fluxo ascendente, operando com recirculação, e alimentado com um co-substrato não tóxico como maior fonte de carbono e energia. O suporte empregado é um poliuretano incorporado com carvão ativo (Pascik, 1989), para fixação, captura e absorção tanto dos microorganismos como dos compostos tóxicos.

A Importância do Aspecto Biotecnológico em Relação à Toxidez

A suscetibilidade de biodegradação de compostos organotóxicos, tanto como a toxicidade desses compostos para os microorganismos, é habitualmente tratada como um sistema bipartido. De uma parte, o composto organotóxico, de outra, a potencialidade genético-bioquímica dos microorganismos de desenvolver mecanismos de resistência. A ação de uma das partes sobre a outra é, na maioria dos casos, examinada em reatores biológicos convencionais (batch) ou CSTR (Johnson e Young, 1983), e considerada como uma simples mistura em via de aclimação. Não se pode esperar aumentos significativos do potencial de biodegradação utilizando-se esses reatores.

É, precisamente, porque há um antagonismo potencial entre a toxicidade dessas substâncias para os microorganismos e a capacidade de degradação, pelos microorganismos, dessas substâncias tóxicas que este poderá não ser o caminho mais apropriado para conduzir o processo. O reator, ele mesmo, deve reunir condições biotecnológicas aliadas a uma estratégia de gestão que permita a melhor confrontação possível quando da degradação de compostos tóxicos pelos microorganismos.

Trabalhos pioneiros têm sido realizados nesta direção, utilizando-se biorreatores para a fixação de microorganismos, onde o fator de diluição, o longo tempo de retenção hidráulica, a acumulação de biomassa, apresentam uma importância significativa na resistência à toxicidade (Suidan *et al.*, 1980; Hakulinen e

Salkinoja-Salonen, 1982; Parkin e Speece, 1983; Speece, 1985a e b; Fox *et al.*, 1988).

O conceito Destox (Dou *et al.*, 1989; Nyns and Modesto Filho, 1991), referido anteriormente, elaborado de forma a integrar processos biológicos e reator, é uma reunião de cinco subconceitos, todos mais ou menos bem estabelecidos individualmente na literatura: a toxidez dinâmica e múltipla (destruição de uma mistura de tóxicos), o consórcio microbiano (em resposta à toxidez dinâmica), o necessário nicho físico-químico e nutricional, o suporte de fixação (tanto para microorganismos como para compostos tóxicos) e o biorreator e sua gestão (orientado para a destruição de compostos tóxicos).

Aplicação do Conceito Destox

A mistura tóxica - O substrato tóxico, chamado PAC MIX1, é um resíduo líquido industrial, sob forma concentrada, fornecido pela sociedade Solvay & Co, Brussels, Belgium. Essa mistura compreende cerca de 30 constituintes identificados por cromatografia gás-líquido acoplada a espectrometria de massa. Trata-se essencialmente de derivados policlorados. A massa volumétrica da mistura PAC MIX1 é de 1,67 g/ml. A solubilidade do hexacloro-1,3-butadieno (composto mais abundante na mistura), em uma solução aquosa contendo 5% (w/v) de citrocol, é da ordem de 0,6 mg/l. O teor de cloro orgânico representa 71% (w/w) da mistura.

O Co-Substrato Não Tóxico: Citrocol - O citrocol é um subproduto industrial, proveniente de fermentação do ácido cítrico, solúvel em água e composto de até 75% de matéria seca, onde 60% são matérias orgânicas (Citrique Belge de Tirlemont). A solução de alimentação é diluída a uma concentração de 26 g DQO/l por uma solução aquosa de bicarbonato de sódio (47 mM). Essa solução de alimentação de 5% (w/v) em co-substrato contém 0,99 grama de cloreto mineral por litro (gCl-/l).

A Comunidade Microbiana - O "inoculum" microbiano consistiu em uma alíquota do meio reacional de um reator anaeróbio, em escala piloto, que degrada o citrocol em metano. O reator, em operação depois de dois anos, encontra-se funcionando em metanogênese estável.

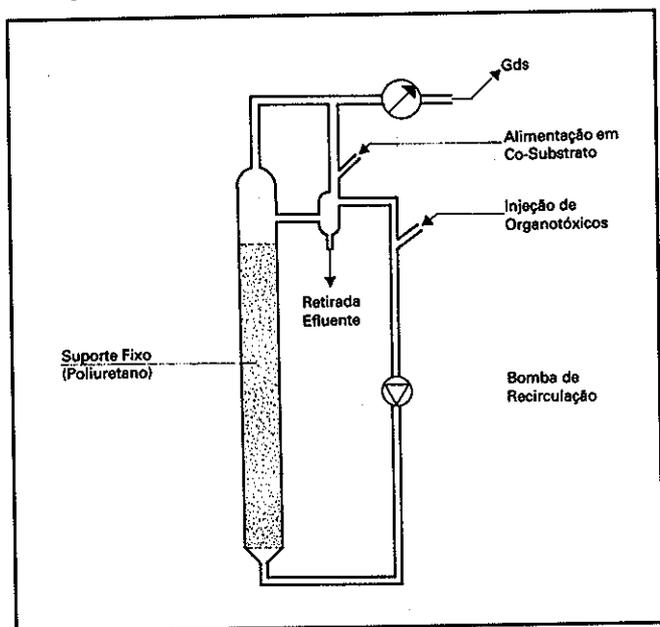
O Suporte Para Fixação, Captura e Adsorção dos Microorganismos e Compostos Tóxicos - O suporte é uma espuma de poliuretano expandido, com carvão ativo incorporado (50% w/w). Possui uma superfície adsorvente e ligeiramente hidrófila. Sua massa volumétrica é de 1,03 g/ml. Trata-se de um macro suporte heterogêneo que se apresenta sob forma de grânulos de 10 a 15 mm de tamanho. Ele é comercializado sob o nome de PUR por Bayer, Leverkusen, Rep. Fed. Allemagne.

O Reator Biotecnológico - As experiências foram conduzidas em dois idênticos reatores a leito estacionário (Fig.1). Maiores detalhes são encontrados em Modesto-

to Filho *et al.*, 1991. O reator teste recebe a mistura de tóxicos (PAC MIX1), o usado no controle, não. Em cada reator, o volume líquido total é de 6,1 litros, o volume do leito é de 4,7 litros e o chamado "working volume" igual a 3,5 litros. Este volume corresponde ao volume total do leito menos o volume ocupado pelo suporte. O dispositivo experimental encontra-se instalado em uma câmara termostatizada a 35° C.

Condições de Gestão - Os reatores foram operados em regime de fluxo ascensional, com a utilização de uma bomba volumétrica para a recirculação da massa líquida. Ambos são alimentados de forma idêntica, mas o reator de controle não recebe adição da mistura tóxica. O tempo de retenção hidráulica foi de 35 dias e a taxa de recirculação igual a 15d (relativas ao "working volume"). A carga volumétrica, Bv, em co-substrato foi 0,75 g DCO/l.d. O reator teste foi alimentado com 167 mg de mistura tóxica por dia (Bv = 0,048), durante sucessivos e intermitentes períodos de tempo.

Figura 1 - Esquema de instalação do biorreator com seus equipamentos periféricos.

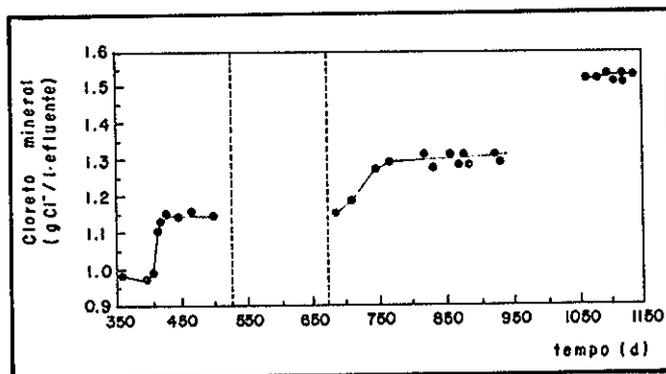


Resultados

A mistura de organoclorados (PAC MIX1), em concentrações relativamente baixas, tem efeito tóxico para o consórcio microbiano metanogênico em reatores convencionais (CSTR batch, suporte livre). A inibição de 50% de metanogênese, nesses reatores, ocorre em concentrações de 6 a 30 mg por litro de PAC MIX1; em concentrações de 100 mg por litro da mistura a inibição da metanogênese é completa.

Com a aplicação do conceito Destox, para a destruição de misturas organotóxicas, foi observada uma progressiva aclimação do consórcio metanogênico. Houve a evolução de uma situação de completa inibição de toda a atividade microbiana, das fermentativas às metanogênicas, para uma situação de parcial aclimação.

Figura 2 - Evolução da concentração de cloreto mineral no efluente durante o experimento.



Em resumo, a comunidade metanogênica teve, num primeiro tempo, suas populações fermentativas aclimatadas. Em seguida, as populações acetogênicas (em parte) e as metanogênicas hidrogenotróficas, enquanto as populações metanogênicas acetilclásticas restam mais sensíveis. O estudo do comportamento deste consórcio metanogênico permite demonstrar a aclimação do consórcio, à exceção das acetilclásticas (Modesto Filho *et al.*, 1991).

Paralelamente a essa última aclimação, teve início a descloração. A progressão na descloração da mistura tóxica se fez em três patamares sucessivos (Fig. 2). O primeiro apresentando um rendimento de 13,6% (cloreto mineral x cloro orgânico total); alguns meses após, ocorreu o segundo patamar de descloração de 26,3% (Renard *et al.*, 1991); o terceiro patamar observado corresponde a um rendimento de descloração da mistura tóxica de 45%. Análises cromatográficas revelam que os compostos inteiramente substituídos (C2C16, CC14, C5C18), bem como homólogos menos substituídos (C2HC15, C2H2C14, C2H3C13, C2H4C12), são inteiramente degradados pelo consórcio microbiano aclimatado (Modesto Filho *et al.*, 1993).

Conclusão

A aplicação do conceito Destox permitiu a construção de um consórcio microbiano metanogênico, inicialmente não aclimatado, abrigando de maneira estável populações de microorganismos competentes para a descloração de uma mistura de cerca de 30 compostos organoclorados. Os resultados mostram a descloração de 45% (em processo contínuo) da mistura de organotóxicos pelo consórcio microbiano aclimatado, para uma carga tóxica (Bv) de 0,048 g PAC MIX1 por litro de "working volume" e por dia.

Agradecimentos

Este trabalho foi elaborado na "Unité de Génie Biologique", Universidade Católica de Louvain - Bélgica. O autor agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Referências Bibliográficas

- Alexander, M. (1981). Biodegradation of chemicals of environmental concern. *Science*, 211, 132-138.
- Belay, N., and Daniels, L. (1987). Production of ethane, ethylene, and acetylene from halogenated hydrocarbons by methanogenic bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53, 1604-1610.
- Bouwer, E.J., and McCarty, P.L. (1983). Transformations of 1- and 2 - carbon halogenated aliphatic organic compounds under methanogenic conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 45, 1286-1294.
- Chu, J.P., and Kirsch, E. (1972). Metabolism of pentachlorophenol by an axenic bacterial culture. *Appl. Environ. Microbiol.*, 23, 1033-1035.
- Dagley, S. (1972). Microbial degradation of stable chemical structures: general features of metabolic pathways: In: *Degradation of Synthetic Organic Molecules in the Biosphere*; National Academy of Sciences, Washington, 1972.
- Davis, J. A., and Speicher, K., (ed) (1980). *Groundwater protection. Water quality management report.* U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C..
- Evans, W.C. (1977). Biochemistry of the bacterial catabolism of aromatic compounds in anaerobic environments. *Nature*, 270, 17-22.
- Dou, S., Modesto Filho, P., Naveau, H., and Nyns, E.J. (1989). Anaerobic biological destruction of toxic and recalcitrant molecules: the Destox concept. In: *Proc. Semin. Anaerobe Afbreekbaarheid van Recalcitrant Verbindingen*, Veldhoven, The Netherlands, April.
- Fox, P., Suidan, M.T., and Pfeffer, J.T. (1988). Anaerobic treatment of a biologically inhibitory wastewater. *J. Water Pollut. Control Fed.* 60, 86-92.
- Gibson, D.T. (1978). Microbial transformation of aromatic pollutants. In: *Aquatic Pollutants*, Hutzinger, O., Van Lely Veld, L.H.; Zoeteman, B.C.J., Eds.; Pergamon Press: New York, 1978.
- Hakulinen, R., and Salkinoja-Salonen, M. (1982). Treatment of pulp and paper industry wastewater in an anaerobic fluidised bed reactor. *Process Biochem.* (Mar. - Apr.), 18-22.
- Jacobsen, B.N., Zeyer, J., Jensen, B., Westermann, P., and Ahring, B. (1991). "Anaerobic Biodegradation of Xerobiotic Compounds". *Proc. Workshop, "Organic Micro-pollutants in the Aquatic Environment"* COST 641, Copenhagen, Denmark, Nov. 1990. Guyot, Brussels, Belgium. ISBN 2-87263-055-4.
- Johnson, L.D. and Young, J.C. (1983). Inhibition of anaerobic digestion by organic priority pollutants. *J. Water Pollut. Control*, 55, 1441-1449.
- Jolley, R.L., Gorchen, H., and Hamilton, D.H. Jr. (1978). Water chlorination environmental impact and health effects. Vol. 2, Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Mich.
- Keith, L.H., and Telliard, W.A. (1979). Priority pollutants, I. A perspective view. *Environ. Sc. Technol.*, 13, 416-423.
- Kringstad, K.P., and Lindstrom, K. (1984). Spent liquors from pulp bleaching. *Environ. Sci. Technol.*, 18, 236a-248a.
- Matsumura, F., and Benezet, H.J. (1978). Microbial degradation of insecticides. In: *Pesticide Microbiology*; Hill, I.R., Wright, S.J.L., Eds.; Academic Press: New York, 1978.
- Modesto Filho, P. (1991). Conception, construction et conduite d'un bioréacteur de destruction anaérobie de composés organo-chlorés. Thèse de Doctorat, Inst. Sci. Nat. Appl. UCL, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Modesto Filho, P., Amerlynck, P., Nyns, E.-J., and Naveau, H.P. (1991). Acclimatization of a methanogenic consortium to polychlorinated compounds in a fixed film stationary bed reactor. *Proc. 6th Int. Symp. "Anaerobic Digestion"*, São Paulo, Brasil, May, Preprints, pp., 263-271.
- Modesto Filho, P., Naveau, H.P., e Nyns, E.-J. (1993). Destruição biológica de compostos organoclorados por um consórcio metanogênico em reator a leito adsorvente. Submetido ao 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal, Setembro. In the press.
- Nyns, E.-J., and Modesto Filho, P. (1991). Engineering principles of biodegradation. In *Proc. 4th World Congr. Chem. Engin.*, Karlsruhe, FRG, June, pp 3.3-5.
- Parkin, G.F., and Speece, R.E. (1983). Attached versus suspended growth anaerobic reactors: response to toxic substances. *Water Sci. Technol.*, 15, 261-289.
- Pascik, I. (1989). Modified polyurethane carriers for the biochemical wastewater treatment. In "Récents Developpements Technologiques dans les Réacteurs à Cultures Fixées". *Proc. Int. Conf. IAWPRC*, Nice, France, April, pp. 49-58. CFRP and AGHTM, Paris.
- Renard, P., Modesto Filho, P., Amerlynck, P., Naveau, H., and Nyns, E.-J. (1991). Durable continuous dechlorination of a mixture of polychlorinated aliphatic compound by a microbial consortium constructed from a methanogenic community in a fixed-film stationary-bed reactor using the pur carrier. In *Proc. Symp. Environmental Platform 1991*, Leuven, Belgium, October, H. Verachert and C. Billiet Eds.
- Rozzi, A. (1993). Introduction to the toxicity session. In "Anaerobic Wastewater Treatment". *Proc. Eur. Symp.*, Noordwijkerhout, Neth., Nov. To be obtd. from W.J. Van den Brink, TNO Corp. Comm. Dept., PO Box 297, NL-2501 The Hague, Netherlands.
- Speece, R.E. (1985a). Environmental requirements for anaerobic digestion of biomass. *Adv. Solar Energy*, 2, 51-123.
- Speece, R.E. (1985b). Toxicity in anaerobic digestion. In "Anaerobic Digestion 1985". In *Proc. 4th Int. Symp.*, Guangzhou, China, Nov. Publ. China State Biogas Assoc., Beijing, China, pp. 515-528.
- Suflita, J.M., Horowitz, A., Shelton, D.R., and Tiedje, J.M. (1982). Dehalogenation: a novel pathway for the anaerobic biodegradation of haloaromatic compounds. *Science*, 218, 1115-1117.
- Suidan, M.T., Cross, W.H., and Madeline, F. (1980). Continuous bioregeneration of granular activated carbon during the anaerobic degradation of catechol. *Prog. Water Tech.*, Toronto, 12, 203-214.
- Westrick, J.J., Mello, J.W., and Thomas, R.F. (1984). The Groundwater Supply Survey. *J. Am. Water Works Assoc.*, 76, 52-59.

Petrobrás: um ar mais puro para São Paulo



Foto: Eliana Fernandes

A Refinaria de Cubatão terá a primeira unidade de HDT de diesel.

A cada dia cresce na sociedade brasileira a demanda por produtos que agridam o menos possível o meio ambiente. A Petrobrás, que tem a questão ambiental como uma de suas prioridades, tem buscado soluções tecnológicas que lhe permitam produzir derivados de petróleo de melhor qualidade. É por isso que está investindo US\$ 243,9 milhões na instalação de uma unidade de hidrotreatamento (HDT) de diesel na Refinaria de Cubatão, que viabilizará a retirada de no mínimo 90% do enxofre existente no produto, contribuindo assim para a melhoria da qualidade do ar em São Paulo.

A legislação ambiental brasileira, uma das mais avançadas do mundo, estabelece atualmente que o diesel pode conter até 1% de enxofre em peso, exceto em nove regiões metropolitanas (Rio, São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Salvador, Aracaju, Recife e Fortaleza), em que este teor cai para 0,5% em peso. A partir de 1º de janeiro de 1998, esses percentuais baixam para, respectivamente, 0,5% e 0,3% em peso. Para poder atender à determinação legal, a Petrobrás irá investir US\$ 1,2 bilhão na instalação de cinco unidades de HDT, com capacidade total de 24 mil metros cúbicos/dia, das quais duas em São Paulo (Cubatão e Paulínia), uma no Paraná, uma no Rio Grande do Sul e uma no Rio de Janeiro.

A Tecnologia

Com o aumento na oferta nacional de petróleo, que hoje já supera a casa dos 700 mil barris/dia para

uma demanda em torno dos 1,25 milhão de barris/dia, a Petrobrás se defrontou com um problema: como conciliar este crescimento de produção interna, com óleo do tipo pesado que gera menos diesel ao ser processado, com a necessidade de produzir cada vez mais diesel, já que 80% do transporte rodoviário é feito por veículos movidos com este combustível.

O petróleo nacional, embora contenha baixo teor de enxofre, apresenta alto teor de compostos nitrogenados, que durante o processo de refino saem muito acentuadamente no diesel. Esses compostos nitrogenados, em presença da luz, formam precipitados que acabam causando problemas no sistema de alimentação de combustível dos motores.

A Petrobrás poderia optar por aumentar a importação de petróleo do tipo leve, sem compostos hidro-

genados, mas aí geraria dois outros problemas: haveria crescimento no dispêndio de divisas, com reflexos sobre o balanço de pagamentos do País, e a qualidade do ar pioraria, pois estes petróleos apresentam alto teor de enxofre.

A solução deste "imbroglio" é a unidade de HDT, que mata dois coelhos com uma só cajadada: retira o enxofre em no mínimo 90%, solucionando assim a questão do petróleo importado, e também no mesmo percentual o nitrogênio, resolvendo o problema dos compostos nitrogenados existentes nos petróleos nacionais. O resultado é um diesel dentro dos padrões internacionais de qualidade.

A primeira unidade de HDT de diesel já está sendo instalada na Refinaria de Cubatão, devendo entrar em produção em outubro de 1996. É um projeto de US\$ 243,9 milhões, dos quais US\$ 98,4 milhões financiados pelo Banco Mundial (BIRD), e que inclui uma planta de hidrogênio, uma unidade de tratamento de gás ácido, uma unidade de recuperação de enxofre (logo não há emissão deste poluente para a atmosfera, trazendo benefícios à qualidade do ar), uma unidade de tratamento de águas residuais para a remoção de gás sulfídrico e amônia, liberando água purificada. A unidade de HDT terá capacidade para 5 mil metros cúbicos/dia.

As demais unidades de HDT de diesel a serem instaladas no País ficarão nas seguintes refina-



Foto: Jônio Machado

Nos postos, diesel metropolitano e o comum têm o mesmo preço.

rias: **Paulínia** - capacidade para 5 mil metros cúbicos/dia e partida prevista para outubro de 1997; **Araucária (PR)** - capacidade para 5 mil metros cúbicos/dia e operação prevista inicialmente para outubro de 1999, podendo ser antecipada em um ano se houver financiamento externo; **Duque de Caxias (RJ)** - capacidade também para 5 mil metros cúbicos/dia e partida em outubro de 2001, podendo ser antecipada para 1999 se houver financiamento externo; e **Alberto Pasqualini (Canoas, RS)** - capacidade para 4 mil metros cúbicos/dia e entrada prevista para outubro de 1998.

Diesel Metropolitano

A Petrobrás sempre se preocupou em produzir derivados que gerem a menor quantidade possível de poluentes. Assim, quando a legislação brasileira estabelecia que o teor de enxofre no diesel poderia ser de 1,3% em peso, a Petrobrás já produzia este combustível com teor de 1% em peso. E em julho de 1992, a empresa lançou o diesel metropolitano, com teor de enxofre de até 0,5% em peso, destinado a nove regiões metropolitanas do País, nas quais há maior circulação de veículos movidos com este combustível. Na média, o diesel é comercializado no País com teor de enxofre de 0,7% em peso, embora a legislação permita um percentual de até 1% em peso.

A refinaria pioneira na produção de diesel metropolitano foi a Alberto Pasqualini, localizada em Canoas, na região metropolitana de Porto Alegre (RS), que, através de um acordo com os órgãos ambientais locais e de uma mo bilização conjunta com a Petrobrás Distribuidora (BR), conseguiu conven- cer outras empre- sas de distribuição de combustíveis a participarem do programa, armazenando segregadamente este diesel com menor teor de enxofre para a venda na Grande Porto Alegre. E os resultados foram tão bons, que a Petrobrás resolveu estender o progra-

ma a outras oito re- giões metropolita- nas: Rio, São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Salva- dor, Aracaju, Re- cife e Fortaleza.

Para fornecer um diesel com menor teor de enxofre nessas nove re- giões metropolita- nas, a Petrobrás teve de criar toda uma logística de produção, arma- zenamento e dis- tribuição especial, pois este combustí- vel não se pode misturar com os outros diesel destinados ao restante do País. E o custo, estimado em cerca de US\$ 52 milhões anuais, é integral- mente assumido pela Petrobrás já que o diesel metropolitano é vendido pelo mesmo preço do diesel comum.

A decisão da Petrobrás de produ- zir dois tipos de diesel, um com emis- são mais baixa, destinado às áreas com grandes concentrações populacionais, e portanto de veículos, e outro, de acordo com as especificações legais, para o restante do País, deve-se ao fato de que a empresa, por atuar de norte a sul, tem uma ampla visão do Brasil. Isso lhe permite compreender as especificidades de cada região, pois uma área como a Grande São Paulo, com uma frota superior a quatro mi- lhões de veículos, não pode ter o mes- mo padrão de emissões que um pe- queno município agrícola do interior do País.

É claro que para que o programa de diesel dê certo, todas as empresas de distribuição de combustíveis têm



Foto: Jônio Machado

A plataforma Petrobrás XVIII, a maior de seu tipo existente no mundo, viabiliza a produção de petróleo em lâmina d' água de 1.000 metros.

de colaborar, segregando o combustí- vel com menor teor de enxofre, desti- nado às nove regiões metropolitanas, daquele que será vendido no restante do País. Os consumidores também têm de fazer a sua parte, mantendo os motores de seus veículos regulados, evitando assim a fumaça negra. Aos órgãos ambientais cabe a fiscalização da frota em circulação no País.

Com a instalação das unidades de HDT, a Petrobrás não apenas amplia a oferta de diesel, pois elas são capazes de gerar maior quantidade deste combustí- vel do que os outros processos de refino, como também resolve definitivamente o problema de um dos dois grandes poluentes veiculares gerados pelos motores movidos a diesel: o óxi- do de enxofre. O outro é a fumaça, cujo controle depende da fabricação de motores adequados às especi- ficações do combustível - especi- ficações estas que são estabelecidas pelas autoridades governamentais - e também da manutenção dos veículos por seus pro- prietários.

Se todos fi- zerem a sua par- te - Petrobrás, distribuidoras de combustí- veis, fabricantes de veículos, ór- gãos ambientais e consumidores - a qualidade do ar que respira- mos será bem melhor.



Foto: Jônio Machado

No Brasil, 80% do transporte rodoviário é feito em veículos movidos a diesel.

CARTAS

À Revista Ambiente:

Firsthand, I would like to thank you for the bibliographic information you have periodically sent to us; this information has improved our data banks and aided in providing an extensive service to the scientific community.

I am sending you a copy of our bilingual booklet (English/Spanish) so that your organization is aware of the type of activities the Science Center of Sinaloa is involved with. If you have any questions or comments please do not hesitate to write, call, or fax us.

I am looking forward to the continued progress your publication "Ambiente" bring us.

Lic. Baldemar Rubio Ruelas

Director of Documentation and Diffusion - Centro de Ciencias de Sinaloa - Culiacán, Sinaloa - México

À Revista Ambiente:

Estivemos em Cuba participando de um seminário e, na oportunidade, lemos o Volume 7, Nº 1, 1993, da Ambiente, Revista Cetesb de Tecnologia, que havia sido enviada a um dos professores da Universidade de Havana.

Apreciamos muito o conteúdo da publicação e gostaríamos de recebê-la regularmente. Assim, solicitamos a gentileza de estudar a possibilidade de incluir o Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso no cadastro de assinantes.

Prof. Celia Alves Borges

Chefe do Depto. de Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso

Cuiabá - MT

À Revista Ambiente:

Venho externar os meus agradecimentos e cumprimentos pela excelente publicação.

José Cavalcante de A.R. Dias
Depto. de Bacteriologia - Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ
Rio de Janeiro - RJ

À Revista Ambiente:

Vimos por meio desta agradecer o envio da Revista Ambiente à Biblioteca Pública Municipal "Prof. Ernesto Manoel Zink". Comunicamos que a mesma já se encontra à disposição do público na sessão de periódicos.

Doralice Gomes Bernardo Soares

Biblioteca Pública Municipal "Prof. Ernesto Manoel Zink" - Prefeitura Municipal de Campinas
Campinas - SP

À Revista Ambiente:

Acuso recebimento da Revista Ambiente e parabeno-os pelo excelente trabalho editorial e a divulgação de textos de grande interesse científico. Agradeço a remessa da publicação.

Daniel Rebisso Giese

Biomédico - Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente
Belém - PA

À Revista Ambiente:

Tendo regressado ao Brasil recentemente, após conclusão de minha tese de doutoramento na área de engenharia do meio ambiente, venho pela presente solicitar-lhes informações sobre como obter regularmente esta excelente publicação.

Desempenho atualmente a função de pesquisador do CNPq, vinculado ao mestrado de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, e gostaria de contar de forma permanente com esta valiosa fonte de informações sobre o que vem sendo feito no setor em âmbito nacional.

Ricardo Franci Gonçalves
Engenheiro Civil e Sanitarista
Vila Velha - ES

À Revista Ambiente:

Na condição de prestadora de serviços do Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN-SEMA) e também como discente do curso de especialização em Turismo Ambiental, oferecido pelo SENAC-CEATEL, possuo grande interesse na publicação periódica intitulada Revista Ambiente e gostaria de maiores informações sobre a possibilidade e as condições para o recebimento da mesma.

Vera Lúcia Domenici

Engenheira-Agrônoma
São Paulo - SP

À Revista Ambiente:

Tive a oportunidade de conhecer a Revista Ambiente, cujo conteúdo considero riquíssimo e de grande interesse para a população, com informações sobre preservação do meio ambiente. Sou médico-veterinário e gostaria de saber como proceder para obter a assinatura dessa publicação, a qual, com certeza, me trará novos conhecimentos.

João Carlos Moreira de Pontes

Médico-Veterinário
Poços de Caldas - MG

À Revista Ambiente:

Venho trabalhando na área de meio ambiente há oito anos, desenvolvendo atividades de Educação Ambiental, Legislação Ambiental e Monitoramento Ambiental. Somente agora fui informado que a assinatura da Revista Ambiente é gratuita e gostaria de ser incluído no "mailing" da mesma.

Fábio Leônidas Campos dos Santos

Engenheiro Florestal
Botucatu - SP

À Revista Ambiente:

Tenemos el agrado de enviarles los dos primeros números de "Futuro Verde", revista trimestral de la Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza. "Futuro Verde" busca ser un vehículo cultural permanente, um instrumento valioso para la información, la educación y la sensibilización ambiental.

Es nuestro interés ofrecer la mayor cantidad y calidad de información posible a un público paraguayo e internacional ávido de conocer lo que sucede en nuestro país en materias tales como conservación de la naturaleza, educación ambiental, aprovechamiento sustentable, investigaciones científicas y legislación ambiental.

Deseamos informarles, además, que la Fundación Moisés Bertoni cuenta con un Centro de Documentación especializado en temas ambientales. Creemos que "Ambiente" es una publicación que no debería faltar en este lugar de consulta de numerosos estudiantes y profesionales. Por ello proponemos la realización de un intercambio permanente entre "Ambiente" y "Futuro Verde".

Dr. Antonio van Humbeeck

Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza
Asunción - Paraguay

Resposta: Estamos, no momento, revendo nosso cadastro de assinantes, excluindo os que não manifestaram interesse em continuar recebendo a Revista "Ambiente", justamente para podermos atender a pedidos como este de permuta da Fundação Moisés Bertoni.

À Revista Ambiente:

El motivo de la presente es destacar que lamentablemente - y tal como detallamos en la consigna "Referencias" - dejamos de recibir vuestra calificada publicación que tanto es demandada por nuestros usuarios.

Aqui producimos la "Hoja

Informativa", la "Revista de Educación y Cultura", el "Catálogo de Obras Incorporadas", el "Boletín Bibliográfico" y el "B.I.E. - Boletín de Información Especializada" - un título novísimo que completa auspiciosamente nuestro plan editorial. Por razones presupuestarias ninguna de estas publicaciones tiene una periodicidad establecida. Por ello apenas salen de imprenta las enviamos en canje a quienes recíprocamente nos acercan sus realizaciones.

Les comunicamos, finalmente, que ingresamos en una nueva etapa de trabajo en la que ya no constituimos la Dirección de Información y Tecnología Educativa sino el Centro de Documentación e Información (con idénticas misiones y funciones que las conferidas a la antigua denominación). La correspondencia, que descontamos habrán de reanudar a la mayor brevedad, diríjanla al mencionado Centro, que opera en el domicilio que tienen registrado.

Irma B. Gonzalez

Centro de Documentación e Información - Dirección General de Escuelas y Cultura

Provincia de Buenos Aires - Argentina

Resposta: A "Ambiente", enfrentando problemas de falta de recursos, não tem circulado com a regularidade pretendida de uma edição a cada trimestre. É por este motivo que, há quase um ano, os nossos leitores não têm recebido a publicação. Temos, no entanto, com o apoio publicitário de empresas como a Petrobrás, a esperança de regularizar a periodicidade e dinamizar a revista.

À Revista Ambiente

The Higher Polytechnical Institute "José A. Echeverría" is an educational centre which graduates highly qualified technicians in different specialities in Engineering and Architecture.

Its Scientific and Technical Information Centre is interested in establishing an exchange of scientific

and technical information with your institution.

Attached you will find the list of periodical publications used as exchange materials.

Besides, we draw up Book Lists to be offered in exchange to other institutions.

Our Educational Centre is particularly interested in receiving periodical publications, books, industrial catalogues, standards, information about patents, calendars of conferences and meetings or any other document resulting from the scientific and technical development in our branches of interest.

Please, let us know your reply to our exchange list. We would like to receive your Revista "Ambiente" and "Alerta Bibliográfico".

Eng. Odalys Alvarez

Centro de Información FILIAL-IDICT - Academia de Ciencias de Cienfuegos

Cienfuegos - Cuba

Resposta: Estamos enviando correspondência indicando as publicações do Centro de Informação FILIAL-IDICT, que gostaríamos de receber. De nossa parte, estamos avaliando a possibilidade de enviá-lhes a Revista "Ambiente".

Aos interessados em receber a Revista Ambiente, informamos que, infelizmente, por absoluta falta de recursos, não temos condições de atender aos novos pedidos de envio da publicação. Estamos reavaliando o nosso cadastro de assinantes, excluindo os que não demonstrarem interesse ou não tiverem afinidade com os assuntos nela tratados. Desta maneira, esperamos futuramente poder atender a novos leitores, priorizando sempre o envio da revista a instituições de pesquisa, universidades e bibliotecas públicas, onde os interessados possam consultá-la.

Os Editores

O jornalismo ambiental

FABÍOLA DE OLIVEIRA*

Sou de uma geração que saiu das escolas de jornalismo com a esperança de que esta era uma profissão capaz de influir como agente transformador da sociedade. Hoje vejo que não existe agente transformador de curto prazo - a não ser as guerras e as revoluções, ainda assim precedidas de longos processos de luta. Mas, até por uma questão de sobrevivência, não perdi a esperança de que o trabalho de comunicador social carrega em si a essência da transformação.

Com isto, acredito que a ética do jornalismo é e deve ser universal, como é a do médico, do advogado, do professor, que estão entre as profissões mais antigas e universais do homem. É universal porque os jornalistas e os meios de comunicação têm responsabilidades semelhantes às do médico, do advogado e do professor. Também estão nas mãos deles uma boa parcela das possibilidades de tratar da saúde, dos direitos e de oferecer ensinamentos à população. São responsabilidades cruciais para a formação da consciência e o desenvolvimento de uma sociedade.

As questões do meio ambiente e do desenvolvimento proporcionam hoje uma oportunidade única de discutirmos a ética do jornalismo. E um dos maiores princípios éticos a ser perseguido é o da universalidade do trabalho dos comunicadores sociais, tanto nos meios de comunicação de massa, como nas diversas entidades que hoje abrigam jornalistas, como sindicatos, organizações governamentais, empresas públicas e privadas. Ser universal é tratar os temas do meio ambiente e do desenvolvimento de maneira global. É tratar um problema local com a consciência de que ele está vinculado a contextos sociais, econômicos e políticos que têm origens globais, e conseqüências que a médio e longo prazos também podem ser globais.

Os países desenvolvidos estão atualmente preocupados com as possibilidades do aquecimento do planeta devido ao aumento do efeito estufa e com os buracos da camada de ozônio.



Já em mais de uma oportunidade ouvi de jornalistas desses países, que estas questões são as mais relevantes em relação ao meio ambiente a ser divulgadas pela imprensa. São problemas que afetam todo o globo, no que podemos concordar.

Mas não percebemos aí uma visão ética universal, quando não são contemplados os problemas mais urgentes do terceiro mundo, que são a pobreza e todas as suas conseqüências. Não podemos ignorar, por exemplo, que o não acesso a tecnologias limpas, a ausência de saneamento básico, a mortalidade infantil descontrolada, as doenças por falta de higiene e, acima de tudo, a dificuldade de acesso à educação, têm conseqüências globais. E isto não é profecia. Ao contrário do efeito estufa e dos buracos de ozônio, as conseqüências do subdesenvolvimento para o planeta não precisam ser demonstradas cientificamente. As suas causas são bem conhecidas - e as responsabilidades por elas também cabem aos desenvolvidos. Por isto vejo que a ética universal do jornalismo sobre o meio ambiente e o desenvolvimento, deve enxergar causas e conseqüências de maneira global. A ética dos jornalistas não é, necessariamente, a mesma de seus patrões ou de seus governos. Se países desenvolvidos querem que preservemos as florestas e sua biodiversidade, deverão aprender que isto

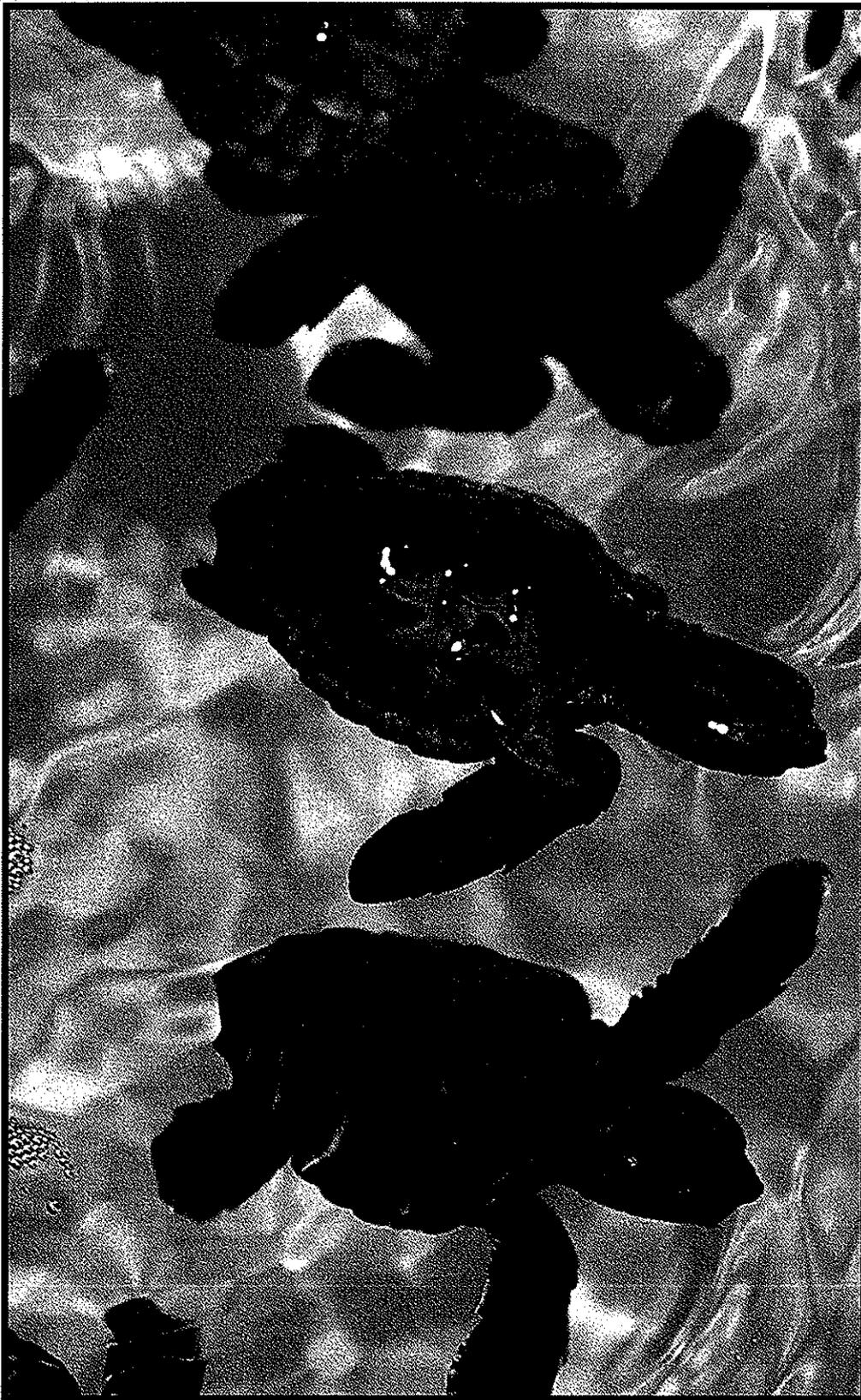
não é possível sem soberania e sem um desenvolvimento auto-sustentável. Se donos de veículos de comunicação querem acreditar que seu sucesso é medido principalmente pelo número de manchetes sensacionalistas que conseguem publicar, cabe aos professores, aos profissionais do jornalismo e à própria sociedade ensinar, praticar e reivindicar uma melhoria na qualidade da informação veiculada pela mídia.

É esta a missão ética e universal a ser assumida pelos comunicadores sociais. Temos que nos opor à visão exclusivamente mercantilista do jornalismo, e recuperar a sua função de agente transformador social e político.

Para tanto precisamos estar preparados. Precisamos ter a ambição do conhecimento, instrumento maior do poder. O jornalista hoje que pretende fazer um trabalho sério de cobertura do meio ambiente, deve saber o que está falando. Deve estar consciente de que denúncias somente - o que ainda prevalece na imprensa - não resolvem os problemas. É preciso apontar as causas, conseqüências e possíveis soluções. Enfim, é preciso ter uma perspectiva global dos assuntos em pauta. Já temos no Brasil um número razoável de jornalistas especializados em política, economia, esportes, moda e até culinária. Mas ainda são poucos os que conseguem apresentar uma visão crítica sobre os problemas ambientais, e sobre as ciências e técnicas que podem ajudar a resolvê-los. Como o médico, o advogado e o professor, o jornalista hoje deve buscar um aperfeiçoamento constante, como única forma de evitar a manipulação política e econômica da informação, tornando-se um instrumento poderoso para garantir o cumprimento da função ética e social do jornalismo.

* FABÍOLA DE OLIVEIRA é jornalista, mestre em Ciências da Comunicação pela ECA/USP, e assessora de imprensa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi presidente e é atualmente 1º secretária da Associação Brasileira de Jornalismo Científico (ABJC).

A Petrobrás também se preocupa com o aumento destas reservas.



Cinco espécies de tartaruga que se distribuíam por todo o litoral brasileiro foram utilizadas como fonte de alimento durante centenas de anos, e estavam ameaçadas de extinção.

Para reverter esse processo, em 1980 o IBAMA criou o Programa de Proteção e Pesquisa das Tartarugas Marinhas, conhecido como TAMAR.

Hoje, o Projeto TAMAR reúne mais de 200 pessoas (entre técnicos, pescadores, estudantes), monitora ininterruptamente cerca de 1000 km de praias, e já liberou mais de 1.000.000 de filhotes.

E, além de salvar as tartarugas, o Projeto TAMAR está conseguindo implantar amplo conhecimento sobre o meio ambiente e também sobre o desenvolvimento sustentável.

A Petrobrás prospecta petróleo no mar para aumentar as reservas brasileiras e cerca suas atividades com os mais rigorosos cuidados para preservar as reservas ecológicas.

Principal participante do Projeto TAMAR, a Petrobrás é o maior empreendimento industrial do Hemisfério Sul.

E tem uma consciência ecológica maior do que a própria.



BR PETROBRÁS